

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARILI MIRETZKI

**AS ÁGUAS DO PARQUE NACIONAL DE SAINT-HILAIRE/LANGE:
O USO DE METODOLOGIAS PARA O MONITORAMENTO DA
MICROBACIA DO RIO RIBEIRÃO, LITORAL DO PARANÁ**

MATINHOS

2017

MARILI MIRETZKI

**AS ÁGUAS DO PARQUE NACIONAL DE SAINT-HILAIRE/LANGE:
O USO DE METODOLOGIAS PARA O MONITORAMENTO DA
MICROBACIA DO RIO RIBEIRÃO, LITORAL DO PARANÁ**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento Territorial Sustentável, no Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial Sustentável, da Universidade Federal do Paraná, Setor Litoral.

Orientadora: Profa. Dra. Liliani Marília Tiepolo
Coorientador: Prof. Dr. Paulo H. Carneiro Marques

MATINHOS

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

551.48

M674a Miretzki, Marili

As águas do Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange : o uso de metodologias para o monitoramento da microbacia do rio Ribeirão, Litoral do Paraná / Marili Miretzki ; orientadora: Liliani Marília Tiepolo ; coorientador: Paulo H. Carneiro Marques. – Matinhos, 2017.
111 f.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Territorial Sustentável) – Universidade Federal do Paraná – Setor Litoral, Matinhos – PR, 2017.

1. Bacias hidrográficas – Paranaguá – Monitoramento. 2. Hemerobia. 3. Índice de funcionalidade fluvial. 4. Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange. I. Tiepolo, Liliani Marília. II. Marques, Paulo H. Carneiro. III. Universidade Federal do Paraná. Setor Litoral. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial Sustentável. IV. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR LITORAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DESENVOLVIMENTO
TERRITORIAL SUSTENTÁVEL

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL SUSTENTÁVEL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **MARILI MIRETZKI** intitulada: **As Águas do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange: o uso de metodologias para monitoramento da microbacia do rio Ribeirão**. após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito da defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo Colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

MATINHOS, 28 de Novembro de 2017.

LILIANI MARILIA TIEPOLO

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

JULIANA QUADROS

Avaliador Interno (UFPR)

ALESSANDRO CAMARGO ANGELO

Avaliador Externo (UFPR)

Dedico ao Giuliano Camarini de Oliveira.

*Agradeço a todos que ajudaram nesta caminhada.
Especialmente a professora Liliani!*

RESUMO

Considerando que a escassez de água deixou de ser um problema dos grandes centros urbanos, esta pesquisa aborda o tema a partir de uma visão holística e integrada, partindo de duas metodologias para avaliar as transformações territoriais da Bacia Hidrográfica do Rio Ribeirão, que compreende os rios Ribeirão, Miranda, Santa Cruz, Cachoeira e Forquilha, localizada integralmente no município de Paranaguá e principal manancial de abastecimento de água da região. A vulnerabilidade a que a bacia hidrográfica está submetida, remete a três fatores que se interconectam: a expansão urbana do município em direção à Zona de Proteção de Mananciais; a fragilidade ecossistêmica e social frente a desastres geológicos e climáticos extremos; e a expansão do setor produtivo portuário sobre a Zona Agrosilvopastoril, todos com consequências severas sobre a paisagem local. Com base nestas premissas, objetivou-se com este estudo, avaliar o grau de perturbação antrópica, através do conceito de hemerobia, unidades de paisagem e nível de funcionalidade fluvial da bacia. Os resultados demonstraram ameaças de diversas naturezas, que já comprometem o abastecimento público da maior cidade do litoral do Paraná, como: i) ausência de vegetação ciliar em grandes trechos de rios conforme indicam os resultados do IFF; ii) a vulnerabilidade natural da região devido ao seu relevo acidentado e sujeito a desastres naturais que já estão comprometendo a integridade da bacia, como o ocorrido em 11 de março de 2011; iii) a alteração artificial das unidades de paisagem promovidas pela rodovia Alexandra-Matinhos; e iv) a existência de interesses políticos sobre a região, principalmente por empresas de logística industrial retro portuária. A partir destes resultados, e tendo-se em vista a pressão para as mudanças do uso da terra na região da Colônia Santa Cruz e Morro Inglês, se faz urgente e emergente a tomada de ações para restaurar a bacia e sua capacidade de abastecimento, a partir da incorporação de modelos de desenvolvimento alternativos que sejam consonantes com a proteção e a conservação dos bens comuns, especialmente a água. Além disso, para evitar a escassez de água em Paranaguá é necessário implementar medidas de planejamento e monitoramento integrados da bacia, a longo prazo, com vistas a manter o atual uso da terra através de um programa de pagamento por serviços ambientais.

Palavras-Chave: Mata Atlântica. Unidades de Conservação. Hemerobia. Índice de Funcionalidade Fluvial. Desenvolvimento Territorial Sustentável.

ABSTRACT

Considering that water scarcity is no longer an issue of large urban centers, this research approaches the theme from a holistic and integrated view, using two methodologies to evaluate territorial transformations of the Ribeirão River Basin, which comprises rivers Ribeirão, Miranda, Santa Cruz, Cachoeira and Forquilha, located integrally in the municipality of Paranaguá and main source of water supply of the region. The vulnerability to which the river basin is submitted, refers to three factors that interconnect: the urban expansion of the municipality towards the Watershed Protection Zone; ecosystem and social fragility in the face of extreme geological and climatic disasters; and the expansion of the port productive sector over the Agrosilvopastoral Zone, all with severe consequences on the local landscape. Based on these premises, the objective of this study was to evaluate the degree of anthropic disturbance, through the concept of hemerobia, landscape units and level of fluvial functionality of the basin. The results demonstrated threats from diverse natures, that already compromise public water supply of the largest city in Paraná coastal region, as: i) riparian vegetation absence in large stretches of rivers according to IFF results; ii) region's natural vulnerability due to its rugged and subject to natural disaster terrain that are already compromising basin integrity, like the one happened on March 11th 2011; iii) the artificial change of the landscape units promoted by Alexandra-Matinhos highway; and iv) the existence of political interests over the region, mainly by industrial logistical port corporations. Based on these results and taking into account the pressure for changes in land use in the Colonia Santa Cruz and Morro Inglês region, it is urgent and emerging to take actions to restore the basin and its supply capacity, through the incorporation of alternative development models that are consonant with common goods protection and conservation, especially water. In addition, in order to avoid water scarcity in Paranaguá, it is necessary to implement integrated basin planning and monitoring measures in the long term, with a view to maintaining current land use through a payment for environmental services program.

Key words: Atlantic Rain Forest. Conservation Units. Hemeroby. Fluvial Functionality Index. Sustainable Territorial Development.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 MATA ATLÂNTICA	16
2.2 ÁREAS PROTEGIDAS	19
2.2.1 Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange	21
2.3 BACIAS HIDROGRÁFICAS	24
2.3.1 Bacia Hidrográfica Litorânea	25
2.4 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS	26
2.4.1 Serviços Hidrológicos	27
2.5 PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS	29
2.5.1 Marco legal das águas no Brasil	32
2.6 HEMEREOBIA EM UNIDADES DE PAISAGEM	35
2.7 ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL	38
3 MATERIAL E MÉTODOS	42
3.1 ÁREA DE ESTUDO	42
3.1.1 Bacia Hidrográfica do Rio Ribeirão	43
3.1.2 Mapeamento e Geoprocessamento	45
3.2 HEMEROBIA	47
3.3 ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL	48
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	50
4.1. HEMEROBIA	51
4.2. ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL	64
5 DISCUSSÃO	84
5.1 HEMEROBIA E FUNCIONALIDADE FLUVIAL	85
5.2 A CRISE HÍDRICA DE PARANAGUÁ	89
5.3 DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL E BENS COMUNS HÍDRICOS NO LITORAL DO PARANÁ	91
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
REFERÊNCIAS	98
ANEXO 1 - FORMULÁRIO IFF	110

1 INTRODUÇÃO

Água, elemento essencial à vida. Bem valioso e indispensável para a sobrevivência do ser humano e para o equilíbrio do ecossistema. A água é a seiva do nosso planeta e sua conservação é de extrema importância para o bem-estar e sobrevivência da sociedade humana. Desde os primórdios das civilizações antigas, a posse da água representou um instrumento político de poder, o controle dos rios como forma de dominação dos povos que habitavam os setores hidrográficos de jusante foi praticado desde 4 mil a.C. na Mesopotâmia (REBOUÇAS, 2002).

Considera-se atualmente, que a quantidade total de água na Terra, de 1.386 milhões de km³, tenha permanecido de modo aproximadamente constante durante os últimos 500 milhões de ano (REBOUÇAS, 2002).

Na distribuição dos volumes estocados nos principais reservatórios de água da Terra, se pode verificar que 97,5% do volume total de água formam oceanos e mares e somente 2,5 % são de água doce. Ressalte-se que a maioria desta água doce 68,9% formam as calotas polares, geleiras e neves eternas sobre os cumes mais altos. Os 29,9% restantes constituem as águas subterrâneas doces. A umidade dos solos, as águas do pântano representam cerca de 0,9% do total e a água doce dos rios e lagos cerca de 0,3% (REBOUÇAS, 2002, p.7).

O Brasil destaca-se pela grande descarga de água doce dos seus rios, volume que representa 53% da produção de água doce do continente Sul Americano e 12% do total mundial, mas a aparente abundância sustenta a cultura do desperdício da água disponível, a não realização dos investimentos necessários ao seu uso e proteção e sustenta também a sua pequena valorização econômica, isto é, a água tem sido vista como um bem livre de uso comum (REBOUÇAS, 2002).

Além da função vital, a água também é um importante insumo econômico, pois quando associada aos ecossistemas, prestam serviços ambientais que não possuem valores mensuráveis em unidades monetárias, embora sejam valiosos, inclusive para a manutenção da economia (WHATELY, 2008). Os bens e serviços ecossistêmicos gerados pela natureza são diversos e fomentam os interesses econômico, social e ecológico. Os benefícios dos serviços ambientais para a humanidade são tão diversos, quanto essenciais e discretos, e podem estar na provisão de alimentos, madeira, minerais e energia; na manutenção dos recursos genéticos; na estabilização do clima; no controle de pestes e doenças; na purificação do ar e da água; na manutenção da fertilidade do solo e do ciclo de nutrientes; na decomposição dos rejeitos orgânicos, além dos benefícios estéticos,

culturais e de lazer (COSTANZA et al., 1997; DAILY, 1997; GROOT et. al., 2002; MEDEIROS, 2011; SHELLEY, 2011; SEEHUSEN, 2014).

Em nível regional, para garantir a prestação destes serviços ecossistêmicos, é necessário manter a integridade da Mata Atlântica, pois assim se garante a proteção dos recursos hídricos preservando as nascentes que sustentam os mananciais de abastecimento. A floresta em pé também permite a regulação do clima nos municípios, promove a proteção de encostas contra chuvas intensas, bem como controla enchentes, além de preservar paisagens de elevada beleza cênica, onde se insere a história e a cultura dos povos locais (BISHOP E LANDELL-MILLS, 2005; BRAUMAN et al., 2007; PORTO e PORTO, 2008; TUNDISI, 2008; TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2010). Junto com o desaparecimento da floresta vem a degradação dos recursos ambientais e como consequência temos impactos significativos bem conhecidos como escassez de água, perda de produtividade do solo, assoreamento dos rios com inundações em períodos de chuva, dentre outros (MEA, 2003; TUCCI e MENDES, 2006; TUNDISI, 2008; TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2010; VEIGA e GALVADÃO, 2011; SEEHUSEN, 2014).

Como um reflexo da desordem ambiental que estamos vivenciando, a diminuição da qualidade e a escassez deste bem público e difuso, já vem sendo sentida em diversas regiões do planeta e é apontada como o principal problema ambiental do milênio. De acordo com o relatório GEO4, do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), publicado em 2014, o crescente peso da demanda de água se tornará intolerável em muitos países. Ele indica como prioridade o cuidado para manter ou melhorar a qualidade e quantidade de água disponíveis nos rios, nascentes e lagos, serviço ambiental garantido e prestado gratuitamente pelos ecossistemas preservados, uma vez que as características de qualidade das águas derivam dos ambientes naturais e antrópicos onde se originam, circulam, percolam ou ficam estocadas (REBOUÇAS, 2002).

O relatório apresentado no Fórum Econômico Mundial de 2015, considera a crise hídrica como o principal fator de risco a nossa sociedade, e isso se deve em boa parte pelo manejo inadequado do que propriamente a falta do recurso. Muitos especialistas acreditam que a crise hídrica é muito mais de gerenciamento do que uma crise real de escassez e estresse, já para outros, a crise da água é resultado de um conjunto de problemas ambientais, que são potencializados com outros problemas de origem econômica e de desenvolvimento social (TUNDISI, 2008).

Tundisi e Matsumura-Tundisi (2010) destacam os principais problemas e processos causadores desta crise: i) a intensa urbanização, pois aumenta a demanda de água bem como a descarga de recursos hídricos contaminados; ii) estresse e escassez de água, devido a alterações na disponibilidade e também pelo crescente aumento da demanda; iii) problemas com a infraestrutura, que permite perda de 30% de água tratada; iv) os eventos hidrológicos extremos, como chuvas intensas, deslizamentos de terra ou longos períodos de estiagem, ocasionadas e potencializadas pelas mudanças globais, pois aumentam a vulnerabilidade da população e também compromete a segurança alimentar; e v) a falta de articulações e de ações consistentes no gerenciamento dos recursos hídricos e na sustentabilidade ambiental. Para Rebouças (2002) os problemas de escassez de água que ameaçam a sobrevivência das populações, são engendrados pelo crescimento desordenado das demandas e pelos processos de degradação da sua qualidade, atingindo níveis nunca imaginados. Segundo os autores, este conjunto de problemas apresenta dimensões em âmbito local, regional, continental e planetário e contribui para a alteração dos mananciais interferindo na disponibilidade do recurso. O aumento das fontes de contaminação bem como o aumento da vulnerabilidade da população decorrente desta contaminação também dificulta o acesso à água de boa qualidade. Com estes problemas, relacionados com a qualidade e quantidade de água, surgem interferências na saúde humana e na saúde pública (TUNDISI, 2008; TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2010).

É neste contexto que situamos a área de estudo desta pesquisa, inserida em uma região que conta com um dos maiores índices de cobertura florestal do estado paranaense e representa um reduto ecológico de grande importância para a preservação dos recursos hídricos e para a biota da Mata Atlântica (SIEDLECKI et al., 2003). A região possui formação vegetacional da Floresta Ombrófila Densa (FOD), com precipitações constantes e bem distribuídas ao longo do ano, que associadas ao clima tropical superúmido e ao relevo caracterizado por grandes desníveis e altas declividades, formam uma eficiente malha de drenagem na região. Segundo Siedlecki et al. (2003), a grande disponibilidade hídrica da Serra da Prata, adquire fundamental importância como mananciais superficiais fornecendo água de excelente qualidade à população da faixa de ocupação contínua, que se estende da localidade do Cabaraquara (Município de Guaratuba), até a cidade de Paranaguá.

A região em foco conta com outra peculiaridade, um desastre geológico ocorrido na Serra do Mar, no dia 11 de março de 2011, que modificou a paisagem da bacia,

desabrigou famílias e deixou o município de Paranaguá sem abastecimento por duas semanas, além de danos materiais e perdas de vida. Devido a precipitação pluviométrica muito intensa e diversos meses de constante pluviosidade elevada, ocorreu um processo praticamente simultâneo de grandes escorregamentos de blocos rochosos e solo, predominantemente no topo da porção superior dos taludes mais elevados da Serra da Prata, em cotas acima de 1.000 metros de altitude (MINEROPAR, 2011). As regiões mais afetadas foram a bacia do Rio Jacaré e as bacias “abertas” dos rios Ribeirão/Cachoeira, Miranda, Brejatuba, dentre outros, que drenam a vertente leste da Serra da Prata, tal qual relatado pela MINEROPAR:

A massa escorregada englobou troncos de árvores, remobilizou solo e blocos de rocha de depósitos “pretéritos” em posições intermediárias das vertentes, fluindo em direção aos vales. Resultou desse processo corridas de detritos individuais que formaram uma grande massa mais ou menos fluida. Todo este material foi lançado na planície aluvial levando ao assoreamento de porções dos vales por blocos de rocha, calhaus, areia, argila e troncos de árvores, além de uma extensa área de inundação (MINEROPAR, 2011, p. 5).

No mesmo ano foi realizado o Mapeamento Geológico-Geotécnico da porção leste da Serra do Mar do Estado do Paraná, estudo realizado pela MINEROPAR¹ (2011), onde foram detectadas as áreas mais vulneráveis e susceptíveis à ocorrência de novos deslizamentos e outros movimentos de massa. Este estudo afirmou se tratar de um fenômeno natural, dinâmico e recorrente, que ocorre devido a saturação dos solos superficiais. Este evento se dá pela elevada pluviosidade da Serra do Mar - com médias anuais de 4.000 mm - em conjunto com suas vertentes relativamente inclinadas e úmidas, recobertas por densa floresta. Estas vertentes mostram elevada susceptibilidade a escorregamentos, envolvendo a movimentação de solos, blocos de rochas e árvores, que se potencializam a partir de inclinações em torno de 35° graus (MINEROPAR, 2011).

O mapeamento destacou uma grande concentração de escorregamentos de rocha e solo nas vertentes da Serra da Prata, tanto em direção à Bacia Atlântica, onde é feita a captação de água para abastecimento de Paranaguá, quanto em direção às bacias dos rios Jacaré, Miranda, Cachoeira e Santa Cruz. A corrida de detritos teve origem nas porções

¹ A Lei Estadual nº 18. 929/ 2016, vincula a Mineropar (Serviço Geológico do Paraná) ao ITC (Instituto de Terras, Cartografia e Geociências) que passa ser denominado ITCG (Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná).

mais elevadas da bacia e fluíram em direção aos vales principais gerando uma onda de lama, blocos e troncos de árvores, com enorme poder de destruição. Como resultado:

O perfil desses vales naturais modificou-se em função do grande e repentino afluxo de massa o que levou não só ao alargamento do antigo leito e desmatamento das margens, como também ao aprofundamento do mesmo, colocando em risco áreas que anteriormente não eram consideradas como tais (MINEROPAR, 2011, p. 66).

O estudo constatou, através dos depósitos sedimentares de tálus e colúvios identificados e distribuídos nos canais de drenagem, que eventos dessa magnitude são recorrentes na região da Serra do Mar. Os mapas de susceptibilidade e de risco geológico-geotécnico elaborados mostram a grande fragilidade geológica da região, com extensas áreas classificadas como alta a muito alta susceptibilidade à escorregamento e corridas de detritos, assim como à processos de inundação e assoreamento das planícies aluviais (MINEROPAR, 2011).

A emergência de desastres naturais tais como o ocorrido na região em foco, trazem mais luz para o debate sobre o crescimento contínuo e acelerado, e as evidências da falta de compromisso de planejamento urbano e ambiental, no gerenciamento dos recursos hídricos. É notório que ferramentas que monitoram a evolução da paisagem são mais do que importantes para a compreensão e posterior tomada de decisões (TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008). O mapeamento das condições do ambiente é essencial para a tomada de decisões em processos de ordenamento territorial, no planejamento do uso do solo e serve também para subsidiar ações de conservação da natureza, que demandam conhecimentos para que a dinâmica ecossistêmica seja mantida, garantindo assim a continuidade dos processos naturais (TUCCI e MENDES, 2006; TUNDISI, 2008, TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008; TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2010).

Para expressar os impactos da rápida urbanização da bacia de abastecimento e suas consequências sobre as funções e serviços ecossistêmicos, em um cenário que apresenta propostas formais de grandes empreendimentos e estruturas retro portuárias - já em fase de licenciamento - utilizamos duas metodologias para avaliar a Bacia Hidrográfica do Rio Ribeirão (BHRR). A primeira delas é a hemerobia, que corresponde a escala de interferência humana no ambiente que avalia a dependência energética e tecnológica da paisagem (JALAS, 1953; TROPMAIR, 1989, BELEM e NUCCI, 2011). A hemerobia serve como instrumento para o diagnóstico e planejamento da paisagem e

utiliza o conceito de Unidades de Paisagem (UP), proveniente da perspectiva geossistêmica (BERTRAND, 1972; SOTCHAVA, 1977; MONTEIRO, 2001). A segunda metodologia utilizada foi o Índice de Funcionalidade Fluvial (IFF), que avalia as características dos rios, bem como o conjunto de processos, funções, dinâmicas e correlações entre os elementos estruturais do curso d'água e o setor orgânico (SILIGARDI et al., 2000). O IFF permite uma avaliação rápida e eficiente do meio ambiente do rio, identificando problemas de estabilidade ecossistêmica, de capacidade de funcionamento ecológico e também a capacidade de autodepuração do ambiente aquático. (MONAUNI et al., 2015).

Aplicadas as metodologias, foi composto um cenário multirreferencial de uso e ocupação atual da bacia com vistas ao planejamento territorial dos mananciais de abastecimento público do município. Esperamos com estes resultados subsidiar ações de gestão participativa da bacia hidrográfica visando a proteção dos serviços ecossistêmicos, dada sua importância estratégica para a conservação de recursos hídricos, além de subsidiar programas de manejo para o Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange, tanto para seus limites quanto para seu entorno imediato.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MATA ATLÂNTICA

Na costa leste da América do Sul, estendia-se outrora uma imensa floresta ou, mais precisamente, um complexo de tipos de florestas, em geral latifoliadas, pluviais, de tropicais a subtropicais. Entre oito e 28° de latitude sul, interiorizava-se a cerca de cem quilômetros da costa no norte e alargava-se mais de quinhentos quilômetros no sul. No total a floresta cobria cerca de 1 milhão de quilômetros quadrados (DEAN, 1996, p. 24).

A Mata Atlântica está distribuída ao longo da costa atlântica do Brasil, atingindo áreas da Argentina e do Paraguai nas regiões Sudeste e Sul. Segundo o Mapa da Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica, Lei Federal nº 11.428 (BRASIL, 2006), a Mata Atlântica abrangia originalmente 1.309.736 km² (130.973.638 ha) do território brasileiro e seus limites contemplavam áreas em 17 estados, desde o Piauí até o Rio Grande do Sul (SOS MATA ATLÂNTICA e INPE, 2017), em condições ambientais muito heterogêneas e altamente diversas (RIBEIRO et al., 2009). Ela é formada por um conjunto de formações vegetacionais que incluem a Floresta Ombrófila Densa ou Floresta Tropical Pluvial, Floresta Ombrófila Aberta (Faciações da Floresta Ombrófila Densa), Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária), Floresta Estacional Decidua (Floresta Tropical Caducifolia), Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Tropical Subcaducifolia), Savana (Cerrado), Savana-Estépica (Caatinga do Sertão Árido), Estepe (Campos do Sul do Brasil), Refúgios Vegetacionais (Comunidades Relíquias), Área das formações pioneiras (Sistema Edáfico de Primeira Ocupação) e ecossistemas integrados como restingas, mangues e campos de altitude (BRASIL, 2008).

Mais de 75% de sua área era formada por florestas, com enclaves de campos rupestres, caatingas, matas secas xeromórficas e cerrados, assim como mangues e restingas (SILVA e CASTELETTI, 2005). A Floresta Atlântica está isolada entre duas grandes florestas sulamericanas, a Floresta Amazônica e as Florestas Andinas. Esse isolamento resultou na evolução de uma biota única, com numerosas espécies endêmicas e extremamente diversificadas (MYERS et al., 2000)

Com um alcance longitudinal próximo de 29° a floresta se estende para regiões tropicais e subtropicais. A ampla faixa longitudinal também é importante (RIBEIRO et al., 2009) na produção de diferentes composições florestais, devido à diminuição da precipitação longe das costas. As precipitações nas áreas costeiras costumam ser quatro

vezes maiores que nas florestas interiores (RIBEIRO et al., 2009). Somando-se a estas características geográficas, a floresta conta também com um grande alcance altitudinal, que combinados garantem alta diversidade e endemismo, que incluem mais de 20 mil espécies de plantas, 261 espécies de mamíferos, 688 espécies de aves, 200 espécies de répteis, 280 espécies de anfíbios e muitas outras espécies que ainda requerem descrição científica (MITTERMEIER et al., 1999; SILVA e CASTELETI, 2005).

A Floresta Tropical Atlântica é um dos 25 *hotspots*² mundiais de biodiversidade (MYERS, 1988, 1990; MITTERMEIER et al., 1999, MYERS et al., 2000; MYERS, 2003; COLOMBO e JOLY, 2010) e embora tenha sido em grande parte destruída, ela ainda abriga mais de 8.000 espécies endêmicas de plantas vasculares, anfíbios, répteis, aves e mamíferos (MYERS et al., 2000) (MITTERMEIER et al., 2005a). É reconhecida internacionalmente pela grande quantidade de espécies, que varia de 1 a 8% de todas as espécies do mundo e também pelo grande número de espécies endêmicas (MYERS et al., 2000; SILVA e CASTELETI, 2005), dentre elas: 8.000 espécies arbóreas (40% do total), 200 aves (16%), 71 mamíferos (27%), 94 répteis (31%) e 286 anfíbios (60%), mencionando apenas os grupos taxonômicos mais conhecidos (MITTERMEIER et al., 2005). Segundo LAURENCE (2008), poucos *hotspots* são “mais quentes” do que a floresta atlântica brasileira, pois ela:

[...] contém aproximadamente 20.000 espécies de plantas, mais de 1.400 espécies de vertebrados terrestres e milhares de espécies de invertebrados, muitos deles endêmicos [...] e possui uma diversidade de habitats, incluindo florestas tropicais que cobrem uma ampla gama de latitudes e elevações, bem como ecossistemas raros, como restingas, pântanos, *inselbergs*, florestas secas e campos de altitude, a maioria sustentando uma biota ecologicamente especializada (LAURENCE, 2008, p.1, tradução nossa).

Nos domínios do Bioma Mata Atlântica, uma das regiões mais vulneráveis do planeta às mudanças climáticas, é onde vive a maioria da população brasileira e é onde reside o motor econômico do país (SCARANO e CEOTTO, 2015). A região da floresta atlântica abriga comunidades em diferentes condições socioeconômicas, que variam desde grandes centros urbanos como São Paulo até regiões rurais. Atualmente 70% da população brasileira vive no Bioma (METZGER, 2010) e a qualidade de vida desses que

² Termo cunhado por Myers (1988) definindo as áreas de elevada diversidade biológica e que perderam pelo menos 70% de sua cobertura vegetal original, mas que, juntas, abrigam 60% das espécies de terrestres do planeta.

vivem em 3.410 municípios contemplados na Lei da Mata Atlântica, depende da preservação dos remanescentes, os quais mantêm as nascentes e fontes que regulam o fluxo dos mananciais de água que abastecem as cidades e comunidades do interior, ajudam a regular o clima e protegem os solos, escarpas e encostas de morros (MMA, 2008).

Desde o século XVI com a chegada dos europeus trazendo os primeiros assentamentos agrícolas costeiros (SILVA e CASTELETI, 2005; RIBEIRO et al., 2009; TABARELLI et al., 2010) até os dias de hoje, o bioma vem apresentando perda e fragmentação do habitat, devido a intensa exploração e quase esgotamento dos seus recursos naturais. Segundo Silva e Casteleti (2005), os sucessivos ciclos econômicos e a contínua expansão da população humana na região durante os últimos cinco séculos comprometeram seriamente a integridade ecológica dos ecossistemas singulares da Mata Atlântica. Foram séculos tratando a floresta a ferro e fogo. O ferro representado pelos machados e demais ferramentas trazidas pelos europeus que aceleraram a derrubada da mata nativa, e o fogo, representado pelas queimadas, técnica rudimentar de manejo do solo, utilizado tanto para agricultura de subsistência como para o agronegócio (DEAN, 1996). Por muito tempo a exploração de madeira, terras agrícolas, fazendas, árvores exóticas, plantações e caça se perpetuam, restando apenas 1% da floresta original que atualmente são áreas protegidas (LAURANCE, 2007) e a maior parte do restante foi destruído ou fragmentado em milhares de pedaços de florestas. Dependendo do critério utilizado para calcular a qualidade das florestas remanescentes, pode-se dizer que a Mata Atlântica perdeu de 91% a 96% do seu capital natural (SILVA e CASTELETI, 2005).

E até então a floresta nunca parou de ser saqueada, a devastação se manteve, hoje em outro ritmo, mas persiste. É o que comprova o “Atlas dos Municípios da Mata Atlântica”, estudo recente que mapeou os 100 municípios que mais desmataram o bioma entre 1985 e 2015. O estado do Paraná aparece neste *ranking* com 39 cidades, sendo cinco delas ocupando as 10 primeiras posições. Nestes 30 anos, estes cinco municípios, juntos desmataram cerca de 900 km², quase a área total do município de São José dos Pinhais, na região metropolitana de Curitiba (SOS MATA ATLÂNTICA e INPE, 2017).

Com uma área de 19.930.768 ha, o estado paranaense, que possui 99% do seu território inserido na Lei da Mata Atlântica, ou seja, 19.637.895 ha, aparece em terceiro lugar do *ranking* de desmatamento do período 2015/2016, com uma área desmatada de 3.453 ha contra 1.988 ha no período de 2014/2015, um aumento de 74% (SOS MATA ATLÂNTICA e INPE, 2017). De acordo com o estudo, o município litorâneo de

Paranaguá, que possui uma área total de 82.666 ha está totalmente inserido na Lei da Mata Atlântica (BRASIL, 2006) e está no *ranking* dos 10 municípios paranaenses com mais florestas preservadas, no mesmo período. Em números, significa que o município possui 49,46 % da mata atlântica original. Os 40.881,60 ha preservados estão divididos em 18.621 ha de floresta, 5.746 ha de mangue, 58 ha de apicum (planície hipersalina), 16.434 ha de restinga arbórea e 22 ha de restinga herbácea (SOS MATA ATLÂNTICA e INPE, 2017).

2.2 ÁREAS PROTEGIDAS

Para garantir a efetividade do direito de todos a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, pressuposto no art. 225 da Constituição Federal (BRASIL, 1988), bem como, a definição, criação e manutenção de espaços naturais protegidos, disposto no inciso III do seu § 1º, foi instituído o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), através da Lei Federal nº 9.985 (BRASIL, 2000). As áreas naturais protegidas brasileiras são definidas como Unidades de Conservação (UC) no art. 2º, inciso I, como sendo o:

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000).

Bensusan (2001) afirma que o SNUC está voltado principalmente para a preservação e o uso sustentável da biodiversidade sendo um importante instrumento para a concretização das áreas naturais protegidas, pois estabelece os critérios e normas para a criação, implantação e gestão das UC no Brasil. O SNUC tem como objetivos, contribuir para a manutenção e restauração da diversidade biológica dos ecossistemas naturais, promover o desenvolvimento sustentável e proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica (BRASIL, 2000). É composto pelo conjunto de UC federais, estaduais, municipais e particulares, que são distribuídas em doze categorias de manejo. Cada uma dessas categorias se diferencia quanto à forma de proteção e usos permitidos. Esta diversidade de categorias deve-se a multiplicidade de objetivos de conservação que serão atendidos de forma prioritária, ou não, por cada uma delas, sendo que algumas poderão apresentar um significado mais ou menos relevante para a preservação da

biodiversidade e dos sistemas naturais (MILANO, 2001; BRITO, 2003). Estas categorias estão divididas em dois grupos, i) as de Proteção Integral visam à preservação da natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos recursos naturais e ii) as de Uso Sustentável, promovem a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos recursos naturais. Assim, as UC formam uma rede, na qual cada categoria contribui de uma forma específica para a conservação dos recursos (MMA, 2011). Atualmente, o Brasil possui 16,7%, aproximadamente 1.423.821 km², de área terrestre sob proteção. Estas áreas representam a quarta maior superfície terrestre coberta por UC no mundo, ficando atrás dos EUA, Rússia e China (MEDEIROS, 2011).

Neste estudo, abordaremos especificamente a categoria Parque Nacional, que pertence ao grupo de Proteção Integral e tem como objetivo principal a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica. Os primeiros Parque Nacionais brasileiros, conforme a Constituição Federal de 1937 e o Código Florestal de 1934, estavam vinculados ao conceito de monumentos públicos naturais e visavam resguardar porções do território nacional que tivessem valor científico e estético (BRITO, 1996). Atualmente, nos parques nacionais é permitido a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico (BRASIL, 2000).

O pressuposto inicial que fundamentou a existência de áreas naturais protegidas em muitos países foi o da socialização do usufruto, por toda a população, das belezas cênicas existentes nesses territórios, mas com o passar do tempo, foram incorporados novos conceitos que priorizavam cada vez mais a conservação da biodiversidade das áreas escolhidas e não somente a beleza cênica. Estes novos conceitos ampliaram os limites territoriais das áreas naturais protegidas para que os ecossistemas, suas espécies e seus processos biológicos fossem integralmente contemplados e mantidos (BRITO, 1996).

A concepção de conservação da natureza *in situ*, mais difundida mundialmente, propõe o estabelecimento de um sistema de áreas naturais protegidas (BRITO, 1996). Estes espaços territoriais especialmente protegidos são mundialmente reconhecidos como instrumentos fundamentais à conservação das espécies, populações e ecossistemas, incluindo sistemas e meios tradicionais de sobrevivência de comunidades humanas, gozando, por isso, de estatuto legal e regime de administração diferenciados (MEDEIROS, 2011). Autores preservacionistas defendem que a conservação *in situ* é a estratégia mais eficaz e segura para a manutenção da biodiversidade, e as unidades de conservação são o pilar central desse processo, como assegura Milano (2001) para o qual

estas áreas podem ser caracterizadas como bancos genéticos *in situ*, constituídos não apenas por exemplares individuais da biota, mas também de ecossistemas protegidos em larga escala, em áreas representativas de vários biomas climáticos.

As UC cumprem uma série de funções cujos benefícios são usufruídos por grande parte da população brasileira - inclusive por setores econômicos em contínuo crescimento, sem que se deem conta disso (MEDEIROS, 2011). Estas áreas são um instrumento político de controle do território e na maioria das vezes são centro de disputas territoriais devido à interesses difusos (VEIGA, 1996). Para atender esta demanda de interesses, atividades antrópicas como extração de madeira, queimadas, expansão das atividades agropecuárias, substituição de florestas nativas por espécies exóticas, crescimento urbano desordenado, entre outras, tem potencializado o aumento da fragmentação de habitats, uma das principais causas de perda de biodiversidade. Segundo Veiga (1996), os eventos que mais provocam a perda da biodiversidade são: a destruição e alteração de habitats; a exploração de espécies silvestres; a introdução de espécies exóticas; a homogeneização; a poluição e as mudanças ambientais globais. Uma das principais estratégias para impedir o avanço destas atividades, é criação destas áreas para conservação dos recursos naturais. Mais do que áreas protegidas, as UC são estratégias na conservação da biodiversidade e na prestação de serviços ambientais.

O SNUC também pressupõe como objetivo a proteção e a recuperação dos recursos hídricos, pois a oferta de água de boa qualidade e em volume suficiente para atender aos diversos usos da sociedade constitui um dos principais serviços ambientais prestados por uma UC (MEDEIROS, 2011). De acordo com o autor, cerca de um terço das maiores cidades do mundo obtém uma proporção significativa de sua água potável diretamente de áreas florestadas e a maioria das áreas protegidas foram criadas com o intuito de assegurar as condições físicas e biológicas para que os mananciais hídricos atendam satisfatoriamente os principais usos humanos, como abastecimento público, agricultura e geração de energia (MEDEIROS, 2011).

2.2.1 Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange

O Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange (PNSHL), criado pela Lei Federal nº 10.227, de 23 de maio de 2001, é uma UC de proteção integral (BRASIL, 2001). Está inserido na área da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, em um dos trechos mais conservados do bioma (MITTEMEIER, et al., 1999) e também está inserido na Área de

Proteção Ambiental Estadual de Guaratuba (APA de Guaratuba). Concebido sobre os domínios da Serra da Prata, o primeiro anteparo orográfico do Paraná, constitui, quer pela posição geográfica, quer pela importância ecológica, um elo fundamental na composição do Mosaico dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos do Litoral Sul de São Paulo e do Litoral do Paraná (SIEDLECKI et al., 2003).

Criado com 25.119 hectares, hoje em processo de redefinição de limites, tem como objetivo proteger e conservar ecossistemas de Mata Atlântica e os mananciais hídricos da Serra da Prata, assegurando a estabilidade ambiental dos balneários sob sua influência, bem como a qualidade de vida das populações litorâneas. Localizado na parte oriental do estado do Paraná, nos municípios litorâneos de Matinhos, Guaratuba, Paranaguá e Morretes (PNSHL, 2017).

A região situa-se sobre um complexo arcabouço geológico, constituído por rochas ígneas e metamórficas datadas do Proterozóico Inferior, além de depósitos sedimentares recentes. O solo geralmente apresenta baixa fertilidade e alto percentual de alumínio, historicamente utilizados para culturas de subsistência (CNUC, 2017). Seu relevo apresenta grandes desníveis e altas declividades, com altitudes menores que 150 metros (s.n.m.) decorrentes da planície de inundação dos rios que se aproximam da baía de Guaratuba e com maior altitude o Morro Grande, com 1.500 metros s.n.m (CNUC, 2017).

Sua formação vegetacional é representada por diversas unidades tipológicas da Floresta Atlântica, como a FOD Submontana, Montana e Altomontana, além dos Refúgios Vegetacionais com seus campos de altitude bem como uma vegetação secundária encontrada principalmente em regiões de baixa altitude onde as alterações promovidas pelas atividades humanas foram mais frequentes (CNUC, 2017). Esta cobertura vegetal previne contra a ocorrência de deslizamentos nas encostas, reduz a erosão e o assoreamento dos rios e das baías do litoral (PNSHL, 2017).

O PNSHL presta inúmeros serviços ecossistêmicos, entre os quais a proteção dos recursos hídricos, que preservam as nascentes e sustentam os mananciais de abastecimento; a regulação do clima nos municípios; a proteção de encostas contra chuvas intensas; o controle de enchentes; e a preservação de paisagens de elevada beleza cênica. Sua importância ecológica se deve também pela alta diversidade da fauna e flora, associada às encostas montanhosas que compõe a Serra do Mar, somando 25.118,90 ha. Integra o Mosaico de Áreas Protegidas do Lagamar, um conjunto de 52 UC de diferentes categorias entre o sul do litoral de São Paulo e o sul do litoral do Paraná. Além disso, a

região é considerada como prioritária para a conservação pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA 2007).

Com um cenário natural bem preservado que abriga parte dos remanescentes da Floresta Atlântica, sua importância ecológica se deve também pela diversidade da fauna e flora, associada à beleza natural das encostas montanhosas que compõe a Serra do Mar (SILVEIRA, et al., 2007). Na lista de espécies ameaçadas de extinção temos o Palmito Jussara (*Euterpe edulis*), a Canela-preta (*Ocotea catharinensis*), a Canela-sassafrás (*Ocotea odorifera*), a Imbuia (*Ocotea porosa*) e o Bico-de-papagaio (*Heliconia farinosa*) e na fauna temos o Papagaio-da-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*), o Socó-jararaca (*Tigrisoma fasciatum*), o Bicudinho-do-brejo (*Stymphalornis acutirostris*), a Maria-da-restinga (*Phylloscartes kronei*) e a Onça-parda (*Puma concolor*). Como destaques o PNSHL abriga uma espécie endêmica de pequeno anfíbio na Serra da Prata, o anuro *Brachycephalus izecksohni*, que mede aproximadamente 1,2 centímetros (ICMBio, 2017) e recentemente duas novas espécies de plantas foram descritas para as florestas do parque, a *Thismia prataensis* e a *Ocotea marumbiensis*, esta última uma espécie de canela (MANCINELLI et al., 2012; BROTTTO e BAITELLO, 2012) indicando a importância da UC como localidade de endemismos da Mata Atlântica Subtropical.

O uso dos seus recursos naturais se concentra em duas utilizações, a primeira no uso dos recursos hídricos para abastecimento humano e a segunda com atividades indiretas, como o turismo e visitação. A existência da UC possibilita a atividade turística durante todo o ano, reduzindo os efeitos negativos da sazonalidade, característicos de municípios litorâneos que concentram suas atividades nos meses de verão (CNUC, 2017). Como o PNSHL ainda não possui Plano de Manejo a sua visitação não gerenciada é realizada em áreas ainda sob domínio particular e restrita aos locais que já recebiam visitantes antes da criação da UC. Tem como principais atividades as caminhadas em trilhas, observação de aves, banhos em cachoeiras e contemplação da natureza (CNUC, 2017).

Nesta UC se encontram as nascentes dos rios que garantem o abastecimento de água, tanto da área urbana como rural, da população dos municípios de Matinhos, Paranaguá, Pontal do Paraná e a região do Cabaraquara, em Guaratuba, além das captações de água comunitárias que abastecem as colônias Maria Luiza, Morro Inglês, Parati, Prainha, entre outras. As companhias de abastecimento de água que atuam na região captam cerca de 800 litros de água por segundo nos mananciais oriundos do parque nacional (PNSHL, 2017).

2.3 BACIAS HIDROGRÁFICAS

A bacia hidrográfica (BH) é uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. A BH compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (TUCCI, 1997). É, portanto, considerada um ente sistêmico onde se realizam os balanços de entrada proveniente da chuva e saída de água através do exutório, permitindo que sejam delineadas bacias e sub-bacias, cuja interconexão se dá pelos sistemas hídricos (PORTO & PORTO, 2008).

Sobre o território definido como BH é que se desenvolvem as atividades humanas. Todas as áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação fazem parte de alguma bacia hidrográfica. Pode-se dizer que, no seu exutório, estarão representados todos os processos que fazem parte do seu sistema. O que ali ocorre é consequência das formas de ocupação do território e da utilização das águas que para ali convergem (PORTO & PORTO, 2008). As BH constituem sistemas naturais bem delimitados no espaço e tem sido incorporada como unidade territorial para o planejamento e gestão dos territórios em vários dispositivos legais (FÁVERO et al., 2004).

É justamente este caráter de permear os diversos tipos de usos e ocupações de territórios e sofrer os mais variados impactos e pressões das atividades humanas que traz a água para o cerne dos debates atuais sobre recursos naturais renováveis e não renováveis (ALVIM et al., 2015). Tundisi (2008) aponta que os especialistas têm opiniões distintas sobre a chamada crise dos recursos hídricos do século XXI: alguns como Rogers et al., (2006) acreditam tratar-se mais de uma crise de gerenciamento, ao passo que Gleick (2000) defende que trata-se do agravamento de uma constelação de problemas ambientais e, Somlyody e Varis (2006), defendem que relaciona-se aos problemas reais de disponibilidade e aumento da demanda, e de um processo de gestão ainda setorial que não responde de forma sistêmica à complexidade dos problemas reais.

Nesta perspectiva Tundisi e Matsumura-Tundisi (2008) acentuam a necessidade de uma abordagem sistêmica, integrada e preditiva na gestão das águas com uma descentralização para a bacia hidrográfica. Segundo esses autores, uma base de dados consolidada e transformada em instrumento de gestão pode ser uma das formas mais eficazes de enfrentar o problema de escassez de água, estresse de água e deterioração da qualidade.

2.3.1 Bacia Hidrográfica Litorânea

O Estado do Paraná possui um sistema hidrográfico bem distribuído, compreendido em duas bacias principais: a bacia hidrográfica do rio Paraná e a Atlântica. A Bacia Hidrográfica Atlântica é constituída pelos rios que drenam para o leste paranaense formando pequenas bacias isoladas, e por aqueles que convergem para o vale do Ribeira, cujas águas desembocam do Atlântico, no Estado de São Paulo (MAACK, 2002).

A bacia hidrográfica do litoral do Paraná, denominada Bacia Hidrográfica Litorânea (BHL), está localizada na região hidrográfica do Atlântico Sul e corresponde a uma área de 5.803,82 km² (MMA, 2006). A BHL é banhada por uma extensa rede de drenagem com vergência dominante para leste e sul, sentido, respectivamente ao oceano Atlântico e à baía de Guaratuba. Dentre todos, os rios mais importantes são: rio do Henrique, rio Pai Antônio, rio das Pombas, rio Miranda, rio Vermelho, rio Sambaqui, rio Ribeirão, rio Toral, rio Jacareí, rio Cubatãozinho, rio São Sebastião, rio São Joãozinho, rio Mundo Novo, rio Forquilha, rio da Vila, rio Colônia Pereira, rio Corisco, rio Cambará, rio Cachoeirinha e rio Brejatuba (ZEE, 2016).

A Bacia Hidrográfica de Paranaguá, uma das sub-bacias da BHL, apresenta alta densidade de drenagem (IPARDES 1991) e segundo MAACK (2002), apresenta força de erosão dos rios insignificante, sendo parcialmente acompanhados por orlas pantanosas. A rede de drenagem desta bacia possui uma área de 607 km² (MMA, 2006; BIGARELLA et al., 2008).

Os principais rios que se situam na bacia e que drenam à vertente oriental são os rios: Cachoeirinha, Cambará, da Colônia Pereira, das Pombas, Corisco, Brejatuba, Forquilha e Miranda. O rio Forquilha é tributário do Miranda, e este, tributário do rio Ribeirão, que deságua na Baía de Paranaguá. Os rios da Colônia Pereira, Corisco e Brejatuba deságuam no rio das Pombas e o rio Cambará é tributário do Cachoeirinha. O rio das Pombas e o Cachoeirinha são tributários do Guaraguaçu que deságua na Baía de Paranaguá. Já os rios Jacareí e São Sebastião, estão situados na porção norte da vertente ocidental da Serra da Prata, em área inserida na Zona de Conservação da APA de Guaratuba (SIEDLECKI et al., 2003).

2.4 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Nos ecossistemas ocorrem diversos processos entre os seus componentes bióticos (organismos vivos) e abióticos (componentes físicos e químicos) por meio das forças universais de matéria e energia. Estes processos naturais garantem a sobrevivência das espécies do planeta e têm a capacidade de prover bem e serviços que satisfazem as necessidades humanas direta ou indiretamente (SEEHUSEN, 2014, p. 438).

Os serviços ecossistêmicos são os serviços prestados pelos ecossistemas naturais e as espécies que os compõem na sustentação e preenchimento das condições para a permanência da vida humana na Terra (DAILY, 1997). São prestados pela natureza de forma silenciosa, gratuita e continuamente, e trazem uma série de benefícios à sociedade, mesmo que a maioria das pessoas sequer note ou saiba disso (MMA, 2011).

A capacidade de prover bens e serviços pode ser classificada como funções ecossistêmicas, que uma vez identificada a sua contribuição para a sociedade, podem ser definidas como serviços ecossistêmicos (GROOT et. al., 2002; SEEHUSEN, 2014). Para Costanza et al., (1997) e Groot et al., (2002) os ecossistemas naturais, proporcionam benefícios para a sociedade humana que consistem em uma mistura de bens (tangíveis) e serviços (intangíveis), tanto privados como públicos, proporcionados por paisagens multifuncionais, de grande valor ecológico, sociocultural e econômico.

Os serviços ecossistêmicos também são conhecidos como serviços ambientais. Shelley (2011), analisa em seu estudo, as definições e diferenças entre os serviços ambientais e ecossistêmicos na literatura que trata de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e conclui que há pouco consenso, baixa consistência e falta clareza nos argumentos, com entendimento contraditório dos termos, o que faz da escolha do termo uma decisão arbitrária. Medeiros (2011) afirma que a expressão - serviços ambientais - começou a ser utilizada para referir-se a todos os benefícios gerados gratuitamente pelos recursos ambientais, referindo-se tanto a bens, como a madeira, quanto a serviços, como conservação da água, propriamente dito. Desde a publicação da *Avaliação Ecossistêmica do Milênio* (em inglês MEA³, 2003), segue-se utilizando a expressão - serviços ambientais - para designar as externalidades ambientais positivas associadas à manutenção de áreas naturais em todo o mundo.

³ *Millennium Ecosystem Assessment*. Relatório produzido com o apoio da ONU que avaliou as consequências da mudança do ecossistema para o bem-estar humano.

O conceito de serviços ecossistêmicos é antropocêntrico (SEEHUSEN, 2014) e se refere aos benefícios que a sociedade obtém dos ecossistemas. O MEA (2003), classifica-os em quatro categorias: i) serviços funcionais de provisão, onde os produtos são obtidos diretamente dos ecossistemas, como água, alimentos, lenha, fibras, princípios ativos e processos ecológicos; ii) serviços de regulação, que controlam os processos ecossistêmicos, como a regulação do clima, a purificação da água e do ar, o controle de erosão, doenças, enchentes e desastres naturais; iii) serviços culturais, que tratam dos benefícios não materiais, como a espiritualidade, lazer, inspiração, simbolismos e educação; e iv) os serviços de suporte, como formação de solo, produção primária, ciclagem de nutrientes e processos ecológicos fundamentais para a manutenção de todos os outros serviços.

Toda a sociedade, rural ou urbana, depende dos serviços ecossistêmicos para a sua sobrevivência (SEEHUSEN, 2014), dentre eles: a provisão de alimentos, madeira, minerais e energia; a manutenção dos recursos genéticos; a estabilização do clima; o controle de pestes e doenças; a purificação do ar e da água; a manutenção da fertilidade do solo e do ciclo de nutrientes; a decomposição dos rejeitos orgânicos, além dos benefícios estéticos, espirituais, culturais e de lazer.

2.4.1 Serviços Hidrológicos

Dentre os serviços ambientais, destacamos os serviços prestados pela água, conhecidos como serviços hidrológicos, eles são essenciais para a manutenção da vida, pois garantem a regulação dos fluxos hídricos bem como a qualidade da água. O ciclo hidrológico depende fundamentalmente da reciclagem da água através da evaporação dos oceanos, da precipitação, da infiltração da água nos aquíferos e das reservas de água nos sistemas continentais como: lagos, rios, represas e áreas alagadas (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 2010). Segundo os autores, a evapotranspiração da vegetação é outro componente fundamental do ciclo hidrológico, pois repõe para a atmosfera água sob forma gasosa que é o resultado do papel ativo da vegetação no ciclo.

Para Brauman et al., (2007) os serviços hidrológicos terrestres são os benefícios recebidos pelos seres humanos que são produzidos pela ação dos ecossistemas sobre as águas continentais, não oceânicas e os classificam em serviços de: i) suprimento de água para usos extrativos diversos, como a água destinada ao abastecimento público, agricultura, indústria, comércio, entre outras; ii) suprimento de água in situ, que contribui

para a produção de água nos rios e possibilitam os serviços de produção de energia hidrelétrica, recreação, transporte, dentre outros desde que não seja para consumo humanos; iii) mitigação de danos relacionados à água, reduzindo danos com cheias, intrusões salinas, assoreamento de corpos hídricos e eutrofização de sistemas aquáticos; iv) os serviços culturais, estéticos, espirituais, históricos, educacionais e turísticos relacionados com água, e v) os serviços hidrológicos de suporte ao ecossistema que proveem a geração de outros serviços como a provisão de água e de nutrientes essenciais para o crescimento da vegetação e a formação de habitat de organismos aquáticos (BRAUMAN et al., 2007).

Na relação floresta-água, os serviços hidrológicos além de proteger os solos contra erosão, favorecem uma infiltração lenta da água, reduzindo assim o escoamento superficial, e permitindo a recarga dos aquíferos e mananciais subterrâneos (MEA, 2003). Eles também regulam os fluxos hídricos em detrimento das estações do ano e funcionam como um filtro contra poluentes químicos, garantindo a manutenção da qualidade da água (MEDEIROS, 2011; SEEHUSEN, 2014). As florestas ripárias e os mosaicos de vegetação nas bacias hidrográficas Tucci & Mendes (2006) são um dos componentes fundamentais dos ciclos hidrogeoquímicos e do ciclo hidrológico e a sua remoção tem impactos consideráveis na qualidade da água e nos serviços ambientais dos ecossistemas aquáticos

As florestas preservadas em margens de rios, encostas e topos de morros reduzem o risco de inundações e deslizamentos por extremos climáticos. Eles apoiam os processos hidrológicos, como a regulação dos fluxos hídricos e a manutenção da qualidade da água. Protegem os solos contra erosão e evitam que as águas das chuvas carregadas de sedimentos escurram diretamente aos rios, além de amenizarem a rápida perda de água em épocas de seca (MEA, 2003; VEIGA e GALVADÃO, 2011; SEEHUSEN, 2014).

Para Bishop e Landell-Mills (2005), as florestas fornecem muitos benefícios ambientais e destacam a proteção das bacias hidrográficas, que permitem serviços de regulação do fluxo da água, mantendo o fluxo no período das secas e o controle das enchentes; garantem a manutenção da qualidade da água, minimizando as cargas de sedimentos, nutrientes e químicos; reduzem a salinidade do solo e regulam os níveis de lençol freático; controlam a erosão do solo e previnem o assoreamento. Devido a redução da perda da diversidade biológica causada principalmente pela perda dos habitats, as florestas preservadas em bacias hidrográficas também garantem a manutenção dos

habitats aquáticos, através do sombreamento das águas que mantem a temperatura aquática (BISHOP E LANDELL-MILLS, 2005).

Os serviços ambientais dos sistemas aquáticos ficam comprometidos com a remoção da vegetação e o uso intensivo das bacias hidrográficas. O comprometimento atinge todos os serviços ambientais: a deterioração da qualidade da água aumenta substancialmente os custos do tratamento para abastecimento público. Áreas protegidas com mananciais de boa qualidade necessitam de pouco investimento em tratamento (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 2010).

2.5 PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS

Ciente dos benefícios proporcionados pelos serviços ambientais e considerando o modelo socioeconômico vigente - predominantemente degradante ao meio ambiente, o que compromete diretamente a oferta destes serviços - a ferramenta de PSA, surge como um instrumento de conservação e recuperação destes serviços, pois reconhece que o meio ambiente fornece gratuitamente uma gama de bens e serviços que são de interesse direto ou indireto do ser humano, permitindo sua sobrevivência e seu bem-estar (GELUDA e YOUNG, 2005). Os programas de PSA tem como princípio remunerar quem, direta ou indiretamente, preserva o meio ambiente. Significa recompensar com dinheiro, ou outros meios aqueles que colaboram com a conservação ou produção dos serviços ecossistêmicos, adotando práticas e técnicas que promovam a manutenção da floresta em pé (SEROA DA MOTTA, 1998).

Seehusen (2014) afirma que a maior parte dos serviços ecossistêmicos não é considerada nas decisões econômicas, levando ao processo de destruição de capital natural e à redução no provimento dos serviços ecossistêmicos. Segundo a autora, a teoria econômica explica que esse problema ocorre, pois, os serviços ecossistêmicos são externalidades⁴ - negativas ou positivas - e tem características de bens públicos. Dessa forma, os preços de mercado ou os custos de uso destes recursos ambientais não refletem seu valor econômico ou social. Seroa da Motta (1998) considera que o resultado é um padrão de apropriação do capital natural onde os benefícios são providos para alguns

⁴ São os feitos não intencionais da decisão de produção ou consumo de um agente econômico, que causam uma perda (ou ganho) de bem-estar a outro agente. Esta perda (ou ganho) não é compensada e é frequentemente excluída dos cálculos econômicos (SEEHUSEN, 2014).

usuários de recursos ambientais sem que estes compensem os custos incorridos por usuários excluídos.

Os serviços ecossistêmicos possuem a natureza de bens públicos e compartilham propriedades de não exclusividade e de não rivalidade (SEROA DA MOTTA, et. al., 1998; SEEHUSEN, 2014). A não exclusividade aponta a impossibilidade de se excluir alguém do consumo dos serviços ambientais, como exemplo: o ar que respiramos. Sem a exclusão, preços não se formam e não atuam para racionar o uso ou gerar receitas para a conservação dos serviços, podendo resultar em sua degradação ou exaustão (SEROA DA MOTTA et al., 1998). A não rivalidade de uso se refere à ausência de competição no consumo de um bem ou serviço. Para os bens e serviços não rivais, o consumo por um indivíduo não reduz o montante disponível para outro, como exemplo: apreciar uma cachoeira. Devido a estas características de não exclusividade e não rivalidade, os direitos de propriedades aos serviços ecossistêmicos não são completamente definidos (SEROA DA MOTTA et al., 1998; SEEHUSEN, 2014) e impedem que os serviços ambientais sejam transacionados nos mercados e tornam impossível a transformação do seu valor em preços.

Como os preços são os sinais do mercado que direcionam as decisões econômicas dos produtores e consumidores da sociedade, se eles não refletem o valor e a escassez dos serviços ecossistêmicos, há uma falha no mercado que impede a alocação eficiente de recursos, o que leva ao sobreuso dos recursos naturais, e consequentemente, a tendência a suboferta no suprimento de serviços ambientais (SEEHUSEN, 2014, p. 444).

Além da visão econômica, os mecanismos de PSA se tornam uma ferramenta na conscientização ambiental, ao passo que insere uma nova relação na tríade formada pelo fornecedor do serviço, os beneficiados com a conservação da natureza e com o próprio recurso natural. A atribuição de valor aos bens ambientais atua como fator de sensibilização da população, ao permitir o uso de um sistema de contabilidade ambiental, proporcionando uma visão mais completa dos recursos ambientais e seus benefícios (SEROA DA MOTTA, 1998).

O projeto The Economics of Ecosystem and Biodiversity⁵ (TEEB), em seu relatório de políticas públicas, defende que a falta de valor no mercado para os

⁵ A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade (TEEB) é uma iniciativa global focada em tornar os valores da natureza visíveis para com isso poder integrar os valores da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos na tomada de decisões em todos os níveis.

serviços ecossistêmicos, ou serviço ambientais, produz um negligenciamento ou uma subvalorização dos benefícios, geralmente de natureza pública, por ele gerados nos processos de tomada de decisão (MEDEIROS, 2011, p.11).

De acordo com MMA (2011), programas de PSA que remuneram produtores rurais pela proteção e restauração de ecossistemas florestais, em áreas estratégicas para a produção da água, funcionam quando os usuários da água reconhecem a importância do serviço de proteção da quantidade e qualidade dos recursos hídricos, ou seja, das externalidades ambientais positivas geradas pelos produtores rurais quando executam ações de restauração e conservação florestal aos mesmos.

Para Young (2011) no que toca à ligação entre os interesses dos provedores e dos beneficiários, um dos principais diferenciais do sistema de PSA, cuja abordagem não é contemplada em outros instrumentos de gestão ambiental, é estabelecer essa relação que se caracteriza por cooperação e que se efetiva com o pagamento e respectiva manutenção do serviço ecológico. Para o autor o reconhecimento da relevância dessas práticas e manejos que impactam a renda, sobretudo dos pequenos produtores, que potencializam a manutenção dos serviços ambientais prestados pelas nascentes e pela mata ciliar, ou que minimizam os impactos das ações humanas sobre o ambiente, é importante, pois além do reconhecimento social, necessário à valorização deste segmento produtivo, e da dignidade e autoestima das pessoas que o integram, podem propiciar a possibilidade de remuneração daqueles que assim se comprometem a agir através da implantação de políticas públicas indutivas, e não mais meramente repressivas (MMA, 2011).

A água, considerada por muito tempo, um bem livre e de uso irrestrito pela aparente abundância, não teve planejamento e nem moderação no seu consumo, e a sua valoração baseava-se quase que exclusivamente nos custos decorrentes dos serviços de captação, tratamento e distribuição (LANNA, 2012). Havendo mais uma variável para o preço a ser pago, o valor da água em si, a população tenderá a ter um maior custo financeiro e uma mudança de costumes e hábitos. Trata-se de uma sensibilização ambiental, com a adoção de um novo padrão de produção e consumo com uma repartição mais igualitária dos benefícios naturais, respeitando a capacidade de suporte de cada ecossistema (SEROA DA MOTTA, 1998).

O PSA é um instrumento que considera os princípios do usuário-pagador e provedor-recebedor, onde aqueles que se beneficiam dos serviços ambientais, como os

usuários de água limpa, devem pagar por eles, e aqueles que contribuem para a geração desses serviços, como os usuários de terra a montante, devem ser compensados por proporcionar e manter os serviços (WUNDER, 2005; PAGIOLA e PLATAIS, 2007). É uma ferramenta na geração de novas políticas públicas ambientais, baseadas no princípio provedor-recebedor, onde aquele que presta um serviço, que implique em ganhos de qualidade ambiental, deverá ser remunerado pelos beneficiários desta qualidade. O PSA reflete as aplicações concretas dos conceitos poluidor-pagador (cobrança pelo uso da água) como espelho do conceito provedor-recebedor (PSA), retratando os dois processos de internalização das externalidades negativa e positiva, respectivamente (VEIGA NETO, 2008).

No âmbito das políticas públicas, o substitutivo do Projeto de Lei nº 792 de 2007 - que cria o Programa Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais (PNPSA) - e seus vários apensados, ainda se encontram em trâmite aguardando o parecer do relator da Comissão de Finanças e Tributação. O PNPSA visa principalmente disciplinar a atuação do Poder Público em relação aos serviços ambientais, promovendo o desenvolvimento sustentável e aumentando a provisão desses serviços em todo território nacional. Prevê ainda a criação do Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (ProPSA), do Fundo Federal de Pagamentos por Serviços Ambientais (FunPSA) e do Cadastro Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais.

Enquanto o Congresso Nacional discute há anos a criação de uma legislação nacional de PSA, muitos estados brasileiros constituem legislações e iniciativas próprias, o que tem permitido um amplo leque de experimentação, seja no formato das iniciativas, seja nos arranjos institucionais-legais e de parcerias e participação do setor privado (FOREST TREND, 2015). No Paraná a Lei nº 17.134 institui, bem como o Decreto nº 1.591 que a regulamenta, o programa de PSA, visando realizar pagamentos como incentivo monetário para proprietários e posseiros de imóveis, que possuam áreas naturais preservadas e que prestem serviços à conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos (PARANÁ, 2012; 2015).

2.5.1 Marco legal das águas no Brasil

A primeira citação na legislação brasileira sobre proteção de recursos naturais data de 1907, quando Afonso Pena, então presidente da república, anunciou a preparação das “bases de um projeto de águas e florestas”. Em 1920, o presidente João Pessoa,

constatou que dentre todos os países cultos, dotados de matas e florestas, o Brasil era o único que não possuía um Código Florestal, levantando a necessidade de criação de um conjunto de leis específicas sobre o assunto. Na questão das águas, ainda em 1920, com a criação da Comissão de Estudos de Forças Hidráulicas, do Serviço Geológico e Mineralógico do Ministério da Agricultura, teve início a institucionalização do gerenciamento dos recursos hídricos brasileiro (URBAN, 1988).

Na Constituição Federal de 1934, a água foi citada pela primeira vez como bem de domínio federal, e através do Decreto nº 24.643 do mesmo ano, criou-se o Código de Águas. Este documento estabeleceu o marco legal do gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil, definindo os usos dos recursos hídricos como abastecimento, irrigação e geração de energia. No primeiro e segundo parágrafos do Código é dada a preferência de uso da água para abastecimento da população e define que o uso comum das águas pode ser gratuito. Merece destaque o artigo 43, que diz respeito ao instrumento de outorga do uso das águas - permissão concedida pelo órgão responsável do poder público, para que um usuário utilize a água para uma determinada finalidade - e estabelece, portanto, a necessidade de concessão ou autorização administrativa (BRASIL, 1934).

A reformulação do Código Florestal de 1934 deu origem em 1965, ao Código Florestal Brasileiro, Lei Federal nº 4.771, onde foram declaradas as áreas de preservação permanente, e teve declarado entre suas funções ambientais a preservação dos recursos hídricos e a estabilidade geológica, de maneira a assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 1965). A Lei Federal nº 6.938 (BRASIL, 1981), que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), estabeleceu critérios de qualidade ambiental relativos ao uso e manejo de recursos ambientais bem como à imposição ao poluidor da obrigação de recuperar e indenizar os danos causados, e a contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos (URBAN, 1998).

O Seminário Internacional de Gestão de Recursos Hídricos, realizado em 1983, tornou-se um evento importante na modernização do sistema de recursos hídricos, quando representantes europeus apresentaram seus sistemas de gerenciamento, levando a um processo de análise e reflexão por parte dos brasileiros, que após discussões com técnicos e representantes de entidades públicas apresentaram novas alternativas para o setor. O resultado deste processo foi a inserção do artigo 21 na Constituição Federal de 1988, que definiu como competência da União a instituição de um sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e a definição de critérios de outorga de direitos para

seu uso. Ainda na Constituição Federal de 1988 ficou estabelecido que as águas são bens de domínio da União e que cabe a ela a sua legislação (BRASIL, 1988).

Após amplo processo de planejamento participativo foi sancionada a Lei Federal nº 9.433 (BRASIL, 1997) - conhecida com a Lei das Águas - que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH). A PNRH visa estabelecer um pacto nacional para a definição de diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água, em qualidade e quantidade, gerenciando as demandas e considerando a água um elemento estruturante para a implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social. Baseia-se nos fundamentos de que a água, recurso natural limitado, passa a ser um bem exclusivamente de domínio público e reconhece seu valor econômico. Sua gestão deve ser descentralizada e participativa e deve proporcionar o uso múltiplo das águas. (BRASIL, 1997). A bacia hidrográfica, até então nunca citada, passa a ser a unidade territorial para a implementação da PNRH e atuação do SNGRH.

A PNRH tem como objetivos: i) assegurar a disposição temporal de água em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; ii) utilizar racional e integralmente os recursos hídricos, visando o desenvolvimento sustentável; e iii) prevenir e defender contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou antrópica. Para que estes objetivos pudessem ser atingidos, foram criados os seguintes instrumentos: o Plano de Recursos Hídricos (PRH); o enquadramento dos corpos de água em classes; a outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos; a cobrança pelo uso do recurso; a compensação a municípios; e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos. Descreve ainda os objetivos da cobrança pelo uso de recursos hídricos que: i) busca reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; ii) incentivar a racionalização do uso da água; iii) promover a captação de recursos financeiros que devem ser aplicados, prioritariamente, em programas e intervenções na bacia hidrográfica em que foram gerados, no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo das entidades integrantes do SNGRH e nas aplicações a fundo perdido, em projetos e obras que alterem, de modo considerado benéfico à coletividade, a qualidade, a quantidade e o regime de vazão de um corpo de água.

Almeida et al., (1998), ressalta que o Código Civil é dividido em: i) bens de uso comum do povo, tais como os mares, rios, ruas e praças; ii) bens de uso especial, como imóveis destinados a serviços públicos; e iii) bens dominicais, que são aqueles que constituem o patrimônio da União, dos Estados e Municípios como objeto de direito

peçoal ou real de cada um desses entes. Assim, os corpos hídricos situados dentro dos limites das unidades de conservação são considerados bens dominicais, pelo fato de integrarem o patrimônio da União e os rios localizados fora desses limites são considerados bens de uso comum do povo (ALMEIDA et. al., 1998).

A Lei Federal nº 11.428, conhecida como Lei da Mata Atlântica, estimula com incentivos econômicos, a proteção e o uso sustentável do Bioma Mata Atlântica observando a relevância dos recursos hídricos, bem como, define a salvaguarda do regime hídrico como objetivo específico (BRASIL, 2006).

2.6 HEMEROBIA E UNIDADES DE PAISAGEM

A hemerobia é toda e qualquer alteração antrópica na paisagem. Corresponde a escala de interferência humana ou grau de dependência tecnológica no ambiente. O termo cunhado por Jalas (1953), sugere diferentes níveis entre a diminuição da naturalidade de um ambiente - ou de uma paisagem - e o aumento de sua artificialidade, que aqui deve ser entendida como a alteração provocada pela ação humana, intencionalmente ou não. Jalas (1953, 1965 apud TROPPEMAIR, 1989), classificou a hemerobia em quatro graus (QUADRO 1) de acordo com as características das paisagens.

QUADRO 1 - CLASSIFICAÇÃO DE HEMEROBIA E SUAS CARACTERÍSTICAS.

Classe	Características da paisagem
Ahemeorobio	paisagens naturais ou de pequena interferência antrópica (como mata tropical ou mata de galeria)
Oligohemeorobio	paisagens mais naturais do que antrópicas (como cerrados e campos sujos sujeitas a queimadas ou pastoreio)
Mesohemeorobio	paisagens mais antrópicas do que naturais (como pastagens plantadas)
Euhemeorobio	Paisagens artificiais (como campos de culturas agrícolas e sistemas urbanos)

FONTE: Jalas (1953), adaptado pela autora (2017).

No estudo integrado de BH normalmente são utilizadas delimitações de Unidade de Paisagem (UP) contidas na bacia em questão, sendo que as características ecológicas dos corpos d'água são investigadas e interpretadas em função das características fisiográficas das respectivas UP.

Vale ressaltar, que a palavra paisagem tem vários significados, cada qual dentro do seu contexto, sendo assim, neste estudo, abordaremos o conceito de paisagem

integrado plenamente com o conceito de sistema. Para isso, adotamos o conceito da abordagem geossistêmica⁶, que não só integra os fenômenos naturais com os fatores econômicos e sociais, como também incorpora as conexões e relações entre eles, delineando as chamadas “paisagens antropogênicas” (SOTCHAVA, 1977). O autor, embora priorize a análise do geossistema natural, considera os valores sociais e econômicos envolvidos e interpreta os geossistemas como fenômenos naturais. Destaca que os fatores econômicos e sociais devem ser considerados, principalmente quando estes influenciam diretamente a sua estrutura e suas peculiaridades espaciais. Para ele, o geossistema é um todo dialético, com uma multiplicidade de relações e de contradições onde se manifestam simultaneamente os processos da dinâmica transformadora e estabilizadora, a homeostase⁷ (SOTCHAVA, 1977). Se ocorre a perda da homeostase o sistema autorregulado deixa de existir, decompondo-se, passando a um estado crítico e perdendo, portanto, a oferta das funções da natureza (ODUM, 1985; DE GROOT, 1994).

Ao mesmo tempo, Bertrand (1972), que resgatou o conceito de paisagem através de uma visão mais holística - mudando de uma abordagem linear e analítica para uma mais integradora - afirma que a abordagem ecossistêmica é uma escala de análise de UP, onde podem ser observadas partes dessas interações entre os seus elementos. Para o autor, esta escala é definida em função de unidades dimensionais do relevo e resulta da interação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos interagindo entre si (BERTRAND, 1972).

As construções conceituais e metodológicas da paisagem e de geossistemas é abordado no estudo de Monteiro (2000) que desenvolveu um conjunto de concepções e métodos integradores para tratar da qualidade ambiental. O autor concorda com a definição de geossistema como a integração dos diferentes elementos da paisagem, mas aponta um problema na delimitação das UP. Acredita que devido à natureza integrada dos geossistemas eles não poderiam ser delimitados a partir do relevo, do clima ou da vegetação, embora considere que em cada caso, um desses elementos pode se destacar na paisagem, tornando-se o melhor critério para delimitar as diferentes UP. A compreensão das relações na paisagem tem que ser representada por algo que promova um apelo visual

⁶ Termo cunhado por Sotchava (1977), para tratar das relações entre os elementos do meio físico e detectar as conexões entre os componentes da natureza, através da sua estrutura dinâmica e funcional.

⁷ Processo de regulação pelo qual um organismo mantém constante o seu equilíbrio. Tendência necessária e presente para garantir a existência do sistema.

incisivo e apresente a complexidade sistêmica destas interações (MONTEIRO, 2000). Assim, ao incorporar esta visão sistêmica e integrada, se estabelece bases metodológicas para a delimitação de UP bem como para a categorização da mesma, seguindo o conceito:

Entidade espacial delimitada segundo um nível de resolução do pesquisador, a partir dos objetivos centrais da análise, sempre resultando da integração dinâmica e instável dos elementos de suporte, forma e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos) e expressa em partes delimitáveis [...] que organizam um todo complexo (sistema), verdadeiro conjunto solidário e único, em perpétua evolução (MONTEIRO, 2000, p.39).

Para delimitar as UP ao longo das microbacias, detalhando suas características estruturais e funcionais, estas podem ser definidas pela identificação, delimitação e caracterização de biótopos mediante dados secundários e mapas existentes para a região e também conforme os objetivos delineados para a pesquisa. As características dos rios, os elementos fisiográficos e os ecossistemas presentes devem ser estudados de modo que compreenda a interação das populações humanas com os ambientes naturais, auxiliando na compreensão da realidade e na abordagem do espaço da BH estudada. Esta abordagem de BH fornece uma visão mais abrangente, para além da definição estritamente hidrológica de “área de drenagem”, e deve ser entendida como um:

Sistema biofísico e socioeconômico, integrado e interdependente, contemplando atividades agrícolas e industriais, comunicação, serviços, facilidades recreacionais, formações vegetais, nascentes, córregos e riachos, lagoas e represas, incluindo todos os habitats e unidades de paisagem, cujos limites são estabelecidos topograficamente pelos divisores de água (ROCHA et. al., 2000, p. 23).

Troppmair (1989) considera geossistema com parte de um sistema aberto, homogêneo e espacial natural, e que são definidos através i) da sua morfologia com a expressão física do arranjo dos elementos e da consequente estrutura espacial; ii) da dinâmica do fluxo de energia e matéria que passa pelo sistema e que varia no espaço e no tempo; e iii) da sua exploração biológica através da fauna, da flora e do ser humano. Neste contexto, adotamos os critérios propostos pelo autor para a caracterização das UP e adaptamos para este estudo da seguinte forma (QUADRO 2):

QUADRO 2- CRITÉRIOS PARA DELIMITAÇÃO DE UP

Abordagem	Critérios utilizados
Geoambientais	área, altitudes, geomorfologia e pedologia
Ecosistêmicos	ecossistemas existentes, formações vegetais e grau de interferência antrópica
Gerenciamento, manejo e proteção	uso do solo, ameaças e pressões aos biótopos, medidas de preservação e recuperação
Rio	padrão de drenagem, declividade, zona ripária, qualidade das margens, cobertura vegetal e áreas de inundação

FONTE: Troppmair (1989), elaborado pela autora (2017).

2.7 ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL

O Índice de Funcionalidade Fluvial (IFF) consiste em uma metodologia que avalia os principais aspectos ecológicos de um rio, promovendo o conhecimento das suas características morfológicas e dos seus recursos biológicos, bem como, a situação das suas matas ciliares. O método, chamado originalmente de *Indice di Funzionalità Fluviale*, foi desenvolvido por 16 autores (Siligardi et al., 2007) e vem sendo utilizado na Itália há dezessete anos, como ferramenta de gestão e planejamento em mais de 4.000 quilômetros de rios.

O IFF surgiu em 1992, fundamentado na metodologia *Riparian, Channel, and Environmental Inventory* (RCE-1) e foi desenvolvido para avaliar as condições físicas e biológicas de pequenos riachos em planícies e em áreas agrícolas. Consistia em um questionário com respostas predefinidas de modo a coletar informações e características morfo-ecológicas dos cursos d'água, para realizar um inventário sobre a situação dos leitos e das matas ciliares dos rios suecos (PETERSEN, 1992).

Suas características foram separadas em um questionário de dezesseis perguntas com quatro respostas predefinidas para cada uma delas. Estas características definem a estrutura da mata ciliar, as condições biológicas do habitat e a morfologia do canal e recebem pontuações que variam de 1 a 30. O escore numérico permite comparar a condição física e biológica entre fluxos diferentes dentro de uma região, e as classes podem ser codificadas por cores para facilitar o uso em programas de monitoramento de fluxo e para permitir comparação com os índices biológicos (PETERSEN, 1992).

Ao longo de suas aplicações em campo, a metodologia foi sendo adaptada às características morfo-ecológicas dos rios italianos, o que deu origem ao *Riparian, Channel, and Environmental Inventory 2* (RCE-2), com um novo questionário destacando

a seção de hidrobiologia (SILIGARDI e MAIOLINI, 1993). Entretanto, mesmo com todas estas alterações e ajustes, que permitiam a leitura de uma variedade de requisitos, a calibração do método ainda se mostrava insuficiente diante das inúmeras tipologias dos rios da região.

Em 1998, a agência nacional de proteção do meio ambiente da Itália (ANPA), resolveu adaptar a metodologia novamente e após várias mudanças, tanto nas perguntas e respostas do questionário, como nos significados e pesos das mesmas, o método recebeu o nome de *Indice di Funzionalità Fluviale* (SILIGARDI et al., 2000), ou Índice de Funcionalidade Fluvial. Como parte de um acordo⁸, o IFF, em 2004, foi adaptado às indicações do *EC Water Framework Directive*⁹, bem como ao documento *Wetlands Horizontal Guidance*¹⁰. Em 2007, o IFF tem sua versão publicada que é a atualmente utilizada.

O objetivo principal do IFF consiste em fornecer uma visão geral da situação do ambiente do rio, bem como a avaliação da sua funcionalidade, esta, entendida como o resultado de sinergia e integração de uma série importante de fatores bióticos e abióticos, presentes em um ecossistema aquático quando conectado a um terrestre (SILIGARDI et.al., 2007). Através da análise de parâmetros morfológicos, estruturais e bióticos do ecossistema, interpretadas à luz dos princípios da ecologia dos rios, das funções a ele associados, bem como a distância a partir da condição de máxima funcionalidade. A leitura crítica e integrada destas características ambientais permite a definição de um índice global de funcionalidade (MONAUNI et al., 2015).

O método, devido a sua abordagem holística, fornece informações diferentes dos outros métodos de avaliação, como a análise microbiológica, a química, por exemplo, que consideram uma comunidade específica ou determinada distribuição ambiental. Os autores ressaltam que estas abordagens diferem não só no valor de referência, mas também no nível hierárquico da área estudada: os métodos químicos e microbiológicos limitam seu campo de investigação para os fluxos, já os índices bióticos estendem-se para o leito úmido do rio ao passo que o IFF se estende para todo o sistema do rio. É importante

⁸ *Accordo di Programma Quadro per la Tutela delle Acque e la Gestione Integrata delle Risorse Idriche*, firmado pelo *Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio* e pela *Provincia Autonoma di Trento*.

⁹ Principal instrumento da União Europeia relativo à água, que estabelece um quadro de ação comunitária para a proteção das águas - *Diretiva 2000/60/CE* de 23/11/2000.

¹⁰ Documento técnico desenvolvido através de um programa de colaboração da Comissão Europeia, ao Estados-Membros, dos países candidatos, Noruega e outras partes interessadas e ONGs.

ênfatizar aqui, que não se trata de métodos alternativos ou concorrentes, mas sim de ferramentas complementares que contribuem para o entendimento do sistema fluvial por inteiro (SILIGARDI et. al., 2007).

O IFF pode ser utilizado tanto em rios de serra como em rios de planície e independe do seu tamanho ou de sua ordem, mas existem duas limitações onde o método não deve ser aplicado. Uma delas está relacionada ao fluxo do rio, pois o índice não deve ser aplicado em ambientes com águas paradas, e a segunda limitação corresponde as águas salobras que por sofrerem diretamente as interferências das marés, são muito instáveis (SILIGARDI et al., 2007).

A avaliação da funcionalidade de um rio ao usar um índice global pode ser útil no conhecimento dos ecossistemas fluviais e encontra diversas aplicações de uso. Ele pode ser usado somente para saber o “estado de saúde” do rio ou também pode ser direcionado como o levantamento de áreas de alto valor ecológico com o intuito de determinar áreas para conservação ou até mesmo para determinar áreas degradadas para restauração e requalificação dos ambientes fluviais (SILIGARDI et al., 2007). O IFF é uma ferramenta útil na identificação do trecho que precisa de alguma intervenção para a requalificação do rio, pois o método consegue destacar os elementos individuais que necessitam de recuperação, tais como mata ciliar, sinuosidade do leito do rio, entre outras, e também serve para comprovar a eficácia destas mesmas intervenções.

Pode ser um instrumento para subsidiar as escolhas de políticas públicas para conservação de áreas naturais protegidas. Outro campo de aplicação é a avaliação do impacto de determinadas obras ao avaliar a eficácia da intervenção de melhoria proposta. Mas, o maior uso do IFF é como instrumento de ordenamento territorial, pois ele fornece diretrizes para projetos de planejamento do uso urbano em grandes áreas com relevância fluvial, permitindo delinear e definir áreas do rio que devem ser mantidas ou melhoradas em suas funções (MONAUNI et al., 2015).

Quando se trabalha com o uso de índices é importante compreender o verdadeiro significado ecológico das avaliações realizadas: enquanto a coleta de dados e a elaboração de um inventário é um processo objetivo, a construção e a aplicação de um índice, que expressa uma opinião em uma escala de valores, apresenta o fator subjetividade. Portanto, o valor de referência ambiental ou o aspecto de qualidade considerado, tais como: naturalidade, funcionalidade, integridade ecológica, biodiversidade, entre outros, deve estar bem definido e claro. Nesse quesito, o IFF cumpre o objetivo e declara de forma

explícita, já no próprio nome, o valor ambiental medido e, como resultado, a capacidade e os limites de utilização dos dados obtidos (SILIGARDI et. al., 2007).

Segundo os autores, o IFF utiliza as informações coletadas para julgar as condições de máxima funcionalidade do rio. Vale ressaltar, que em muitos casos, as condições máximas de naturalidade podem coincidir com as condições máximas de funcionalidade, isto permite considerar que o valor IFF pode fornecer uma estimativa aproximada e indireta da naturalidade. Os problemas surgem quando existe incompatibilidade entre naturalidade e funcionalidade. Como exemplo: i) quando o rio se estende em barrancos rochosos e, portanto, não possui mata ciliar, o valor IFF é reduzido mesmo em condição máxima de naturalidade ou ii) quando a montanha se estende desprovida de planície aluvial, portanto sem possibilidade de inundações e sempre terá uma funcionalidade reduzida, mesmo em condições absolutamente naturais.

Os trechos que apresentam uma alta naturalidade e baixo IFF, constituem situações vulneráveis, porque a funcionalidade limitada do curso deve-se à sua capacidade homeostática reduzida e à sua capacidade de resiliência em relação a possíveis pressões. Portanto, não é possível traduzir o valor IFF na avaliação da naturalidade (SILIGARDI et al., 2007).

No entanto, a disponibilidade de informações coletadas de acordo com um procedimento padronizado fornece dados para um inventário e permite a reestruturação sucessiva dos dados bem como o uso de avaliações diferentes. Assim, é possível utilizar algumas questões do formulário IFF para o cálculo de subníveis, como a funcionalidade da vegetação perifluvial ou as características morfológicas, ou usar diretamente devido a informação contida nos mesmos, como adequação íctia e erosão (SILIGARDI et al., 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O litoral do Estado do Paraná, estende-se desde a vila de Ararapira ao norte até a barra do rio Sai-Guaçu, ao sul. A planície litorânea é uma planície com cerca de 10 a 20 km de largura, atingindo um máximo de 50 km na Baía de Paranaguá (BIGARELLA, 2008), baía esta que se situa ao norte da planície da Praia de Leste, prolongando-se ao continente até pouco além da cidade de Antonina. Sua extensão terra adentro é de cerca de 46 km apresentando uma largura máxima de 10 km. (MAACK, 2002). A classificação climática de Köppen indica clima Cfa e Cfb com temperatura média de 22°C nos meses mais quentes de janeiro e fevereiro e inferior a 18°C nos meses mais frios de junho e julho. Seus tipos climáticos são definidos por diferenças de temperatura devidas à variação altitudinal (IAPAR, 1978). Os índices pluviométricos indicam valores médios acima de 1.500 mm/ano (MAACK, 2002; BIGARELLA et al., 2008).

A planície costeira do Paraná em sua maior extensão possui altitudes inferiores a 10 m s.n.m. Nos pontos mais interiores atinge 20 m s.n.m. a leste é limitada pela orla atlântica e a oeste pelos terrenos acidentados do complexo cristalino constituintes da Serra do Mar e de suas ramificações. Elevações de rochas cristalinas formam ilhas na planície de sedimentos (shantung). Elas serviram de apoio para os processos de sedimentação (MAACK, 2002, p.19).

Os sete municípios litorâneos são delimitados a oeste pelos contrafortes da Serra do Mar, recoberta por extensa e contínua Floresta Ombrófila Densa, formando uma barreira orográfica que intercepta as massas de ar carregadas de umidade do oceano e da planície costeira. Essa característica, aliada ao clima subtropical úmido, garante um regime pluviométrico abundante e bem distribuído durante o ano.

Dentre os municípios, destacamos Paranaguá, onde se encontra a área de estudo da pesquisa. Neste município está instalado o Porto Dom Pedro II, que determina o perfil econômico da região e influencia diretamente no ordenamento do território (SEZERINO e TIEPOLO 2016a). Conhecido como Porto de Paranaguá, ele é o segundo maior porto em volume de exportações das *commodities* brasileiras e primeiro da América Latina em movimentação de grãos. Atualmente, Paranaguá possui 140.469 mil habitantes em uma área de 826,674 km² e é considerado município polo do litoral do Paraná (IBGE 2010).

O município possui oito UC em seus limites territoriais, sendo duas federais: o PNSHL e a Reserva Biológica Bom Jesus; e seis estaduais: a Área de Proteção Ambiental

de Guaratuba, os Parques Estaduais Boguaçu, Ilha do Mel e do Palmito, e as Estações Ecológicas do Guaraguaçu e Ilha do Mel. Dentre todas estas áreas protegidas, destaca-se o PNSHL. UC de proteção integral, foi criado para proteger integralmente a Serra da Prata, uma porção da Serra do Mar, cuja fitofisionomia é caracterizada pelas diversas feições da FOD. No PNSHL se encontram os mananciais superficiais da Serra da Prata, que fornecem água de excelente qualidade à faixa de ocupação contínua, que se estende da localidade do Cabaraquara (Município de Guaratuba), até a cidade de Paranaguá (SIEDLECKI et al., 2003).

Com a ampliação das zonas de interesse portuário e industrial, a expansão urbana no município tem sido impulsionada para as áreas de mananciais de abastecimento e para o entorno de UC, especialmente ao longo das rodovias PR-407, PR-508 e BR-277, consideradas vetores da expansão urbana (SEZERINO 2016; SEZERINO e TIEPOLO 2016a). Nos países em desenvolvimento como o Brasil, muitos destes processos têm sido permeados por interesses diversos dos setores produtivos que buscam de modos distintos mecanismos e manobras para flexibilizar normativas e legislações vigentes com a finalidade de instalar seus empreendimentos (SEZERINO e TIEPOLO 2016b; ZHOURI e LASCHEFSKI, 2010).

3.1.1 Bacia Hidrográfica do Rio Ribeirão

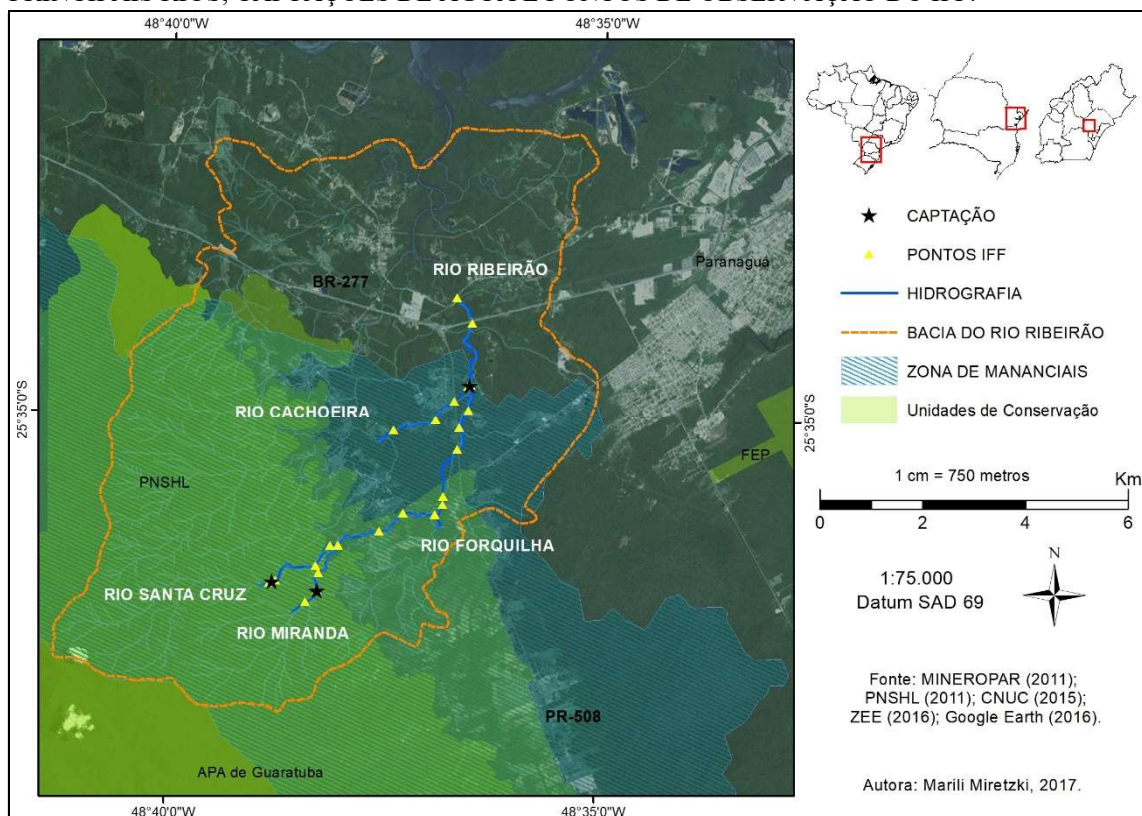
A microbacia hidrográfica do rio Ribeirão (BHRR) está inserida na Mata Atlântica Costeira do Estado do Paraná, entre as coordenadas 25°37'34"S/48°40'23"O e 25°31'15"S/48°37'16"O, nascente e foz, respectivamente. Possui uma área aproximada de 80 km² - totalmente inserida no município de Paranaguá - e integra a rede de drenagem da Baía de Paranaguá. Na (FIGURA 1) temos a área de estudo e a rodovia BR-277, principal eixo indutor do avanço da mancha urbana, sentido leste-oeste, em direção à bacia de abastecimento do município.

Sua cobertura vegetal é classificada como FOD Montana e Submontana, FOD Aluvial, FOD de Terras Baixas e Formações Pioneiras de Influência Flúvio-Marinha com restingas entremeadas (Formações Pioneiras de Influência Marinha) na área de planície (IBGE 2012).

A Serra do Mar constitui o principal divisor de águas - separando a zona litorânea e a Serra da Prata - que drenam para as baías de Paranaguá e Guaratuba. O conjunto de sub-bacias da porção a leste da Serra da Prata, onde se destacam as bacias do rio Ribeirão,

rios da Pombas, rio Brejatuba, rio Guaraguaçu, rio Vermelho e rio Cambará, compõe um sistema de drenagem tanto para as baías de Paranaguá e Guaratuba quanto diretamente para o oceano, como é o caso do rio Matinhos (MINEROPAR, 2011).

FIGURA 1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO RIBEIRÃO. EM DESTAQUE SEUS PRINCIPAIS RIOS, CAPTAÇÕES DE ÁGUA E PONTOS DE OBSERVAÇÃO DO IFF.



FONTE: Elaborado pela autora (2017).

Os rios Miranda, Forquilha e Santa Cruz têm suas nascentes dentro dos limites do PNSHL. O rio Ribeirão nasce da confluência dos rios Miranda e Forquilha e após se encontrar com seu afluente Cachoeira, deságua na Baía de Paranaguá. Ele surge em uma região que compreende o entorno do PNSHL e seus principais rios formadores nascem dentro da UC. Na confluência dos rios Ribeirão e Cachoeira, encontra-se o principal manancial de abastecimento de água do município de Paranaguá (FIGURA 1), cuja captação é feita por uma empresa privada e atende 98% da população do município. Sua capacidade de tratamento é de cerca de 450 litros de água por segundo (CAB, 2016). Até julho de 2017, a empresa responsável pelo abastecimento era a “CAB Águas de Paranaguá”, atualmente, o controle é feito pela “Paranaguá Saneamento”, empresa pertencente ao Grupo Igua S/A.

De acordo com o mapeamento da geologia local (BIGARELLA, 2008; MINEROPAR, 2011) ocorrem três tipos de aquífero na área, sendo eles: um aquífero fraturado, nas rochas cristalinas afetadas por estruturas tectônicas; um aquífero granular constituído por sedimentos costeiros e aluvionares e o aquífero superficial ou freático. Localmente podem ocorrer zonas de conectividade entre o lençol freático e os aquíferos profundos através das estruturas tectônicas. Na área do PNSHL o aquífero de maior importância está relacionado às rochas ígneas e metamórficas cristalinas que apresentam forte estruturação tectônica e consequente acumulação e circulação de água subterrânea (MINEROPAR, 2011).

Segundo o ZEE (2016), a bacia está inserida na Zona de Proteção dos Mananciais (ZPM), que é caracterizada pela cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica que recobre partes da planície costeira, escarpa e morros da Serra do Mar, se destacando como importante reserva hídrica e na biodiversidade paranaense. A ZPM corresponde a uma área de 248 km² e está inserida parcialmente nos sete municípios litorâneos.

A região da BHRR conta ainda com um sítio arqueológico, inscrito no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos sob o n° CNSA PR00457. O sítio denominado Ribeirão, foi registrado em 07/07/1973, com 60 metros de comprimento e 30 metros de largura e contempla o rio e a sua bacia hidrográfica. Categorizado como pré-colonial, com estratigrafia em superfície e exposição a céu aberto, apresenta artefatos líticos lascados e polidos (IPHAN, 2017).

3.1.2 Mapeamento e Geoprocessamento

A pesquisa está baseada em métodos observacionais e possui caráter qualitativo. Para seu desenvolvimento seguimos as etapas propostas por Monteiro (2001), bem como, a teoria da abordagem sistêmica. A teoria, proposta por Bertalanffy (1977), está vinculada a uma concepção geográfica que sistematiza os elementos biofísicos em interação com a ação humana, permitindo a integração da totalidade dos componentes do sistema, considerando as suas interconexões e inter-relações.

Realizamos a revisão bibliográfica, de modo a resgatar o referencial teórico e levantar um inventário com as informações, que serviram tanto para embasar o tema e estabelecer os conceitos utilizados, como para corroborar nas discussões. Para a tradução das informações inventariadas em índice operativos como mapas temáticos e síntese

cartográficas parciais, foram analisadas e utilizadas as seguintes informações cartográficas:

- i) Cartas topográficas MI-2858-2-SE e MI-2858-2-NE, do Serviço Geográfico do Exército (DSG, 1994), na escala 1:25.000;
- ii) Mapas Geológico, do Uso e Ocupação do Solo (trecho 2), bem como o Mapa Eventos, todos elaborados pela MINEROPAR (2011), na escala 1:50.000. Estes mapas fazem parte do estudo “Mapeamento Geológico-Geotécnico da Porção Leste da Serra do Mar do Estado do Paraná”, devido os principais eventos ocorridos em março de 2011, onde os mesmos foram cartografados a partir de Imagens RapidEye, resolução 5m, no período de maio a junho/2011);
- iii) Carta de Vegetação do Mapeamento de uso e ocupação do solo do Programa Pró-Atlântica e da Secretaria do Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMA, 2002), na escala 1:50.000;
- iv) Mapas do Cadastro Nacional de UC (CNUC, 2015) e do PNSHL (2011), para obter os dados georreferenciados que estabelecem os limites das UC estaduais e federais, respectivamente;
- v) Mapa de Bacias Hidrográficas (trecho 1), produzido pela MINEROPAR (2011), na escala 1:50.000, o mapeamento realizado pelo ZEE (2016) referente ao prognóstico das Zonas de Proteção dos Mananciais e a base dados da hidrografia mapeada por Noernberg et al. (1997);

Para o mapeamento da vegetação também consideramos os mapas de vegetação do i) Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do município de Paranaguá (PDDI, 2007), ii) o mapeamento da SOS Mata Atlântica (2002), iii) o mapeamento das Áreas Prioritárias para a Conservação do MMA (2007), e para sua caracterização utilizamos o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012). Foi traçado um transecto no sentido E-W sobre os mapas de geologia, relevo, solo, hidrologia, vegetação e uso da terra, com o intuito de contemplar a maior variedade dos atributos. Demais informações que contribuíram para a análise foram extraídas de mapeamentos geomorfológicos da região de Bigarella et al. (2008), do mapeamento da área do empreendimento em estudo, bem como, o censo do IBGE (2010).

Durante as saídas de campo, foram realizadas observações *in loco* que permitiram um maior conhecimento sobre a área de estudo e suas peculiaridades.

Informações como o uso do solo, cobertura florestal, presença humana e alterações causadas por atividades produtivas locais, bem como, demais aspectos do meio físico, foram observados e anotados em caderno de campo. Todas informações adquiridas nas campanhas, foram gravadas, filmadas em 360° e documentadas através de registro fotográfico.

Com o uso do software ArcGIS Desktop 10.5, foi possível organizar uma base de dados com informações e imagens georreferenciadas (SIG), utilizando a referência *Datum* SAD69 e UTM - Zona 22S.

Utilizamos uma técnica de sensoriamento remoto, que segundo Florenzano (2002), transforma os dados contidos em uma imagem, em informações que podem ser dispostas em formato de mapa. Ou seja, com o uso da fotointerpretação nas imagens de satélite Landsat, disponibilizadas pelo Google Earth¹¹ em 08/09/2016, foi possível i) delimitar a área de estudo, ou seja, a BHRR e ii) realizar um mapeamento baseado no uso da terra.

3.2 HEMEROBIA

Para o desenvolvimento desta metodologia, além do mapeamento descrito no item 3.1.2, foram analisados setores censitários do IBGE, sendo oito setores na zona rural e 36 setores na zona urbana, que abrange a bacia (17 setores) e o seu entorno imediato (27 setores), onde foi possível obter dados demográficos e socioeconômicos.

Para o reconhecimento da área de estudo foram totalizadas quatro saídas à campo que ocorreram entre junho de 2006 a março de 2017. onde percorremos as UP com veículo 4x4 e em alguns trechos a pé. Para estas campanhas utilizamos um aparelho de GPS da Garmim para coletar as coordenadas e também um iPad equipado com o *software* Google Maps, pelo qual foi possível visualizar as imagens aéreas, o que facilitou a definição dos locais mais relevantes para o estudo.

Diante do mapeamento de uso da terra, das observações em campo e das pesquisas bibliográficas, traçamos as relações entre o substrato geológico, hidrológico, pedológico, bem como mapeamento vegetacional e do uso da terra, e as sintetizamos em UP. É importante destacar que, antes de delimitar uma UP, devemos considerar que as

¹¹ O Google Earth disponibiliza fotos aéreas da região desde 2002 que permite resgatar o processo histórico de ocupação da terra.

mesmas são definidas pela síntese das várias características que correspondem a estrutura morfofuncional dinâmica da paisagem, o que faz de cada UP uma representação cartografável de um geossistema (FÁVERO et al., 2004), e a escolha por estes atributos justifica-se pela redundância ou repetição correspondente a expressão concreta desta estrutura.

O procedimento para delimitar e mapear as UP foi realizado por digitalização manual na edição vetorial, e, na medida em que as classes foram sendo identificadas pelos processos de interpretação visual, pela análise das cartas topográficas, bem como, pelas percepções observadas *in loco*, foi possível estabelecer os critérios que determinaram os graus de hemerobia. Com o cruzamento destas informações e características, foram determinados os graus de hemerobia da BH, e consequentemente foram estabelecidas as cinco UP: ambiente serrano, ambiente rural submontano, ambiente rural de planície, manguezais da Alexandra e ambiente urbano, que foram identificadas e dispostas na Carta de Hemerobia da BHRR, na escala 1:75.000 (FIGURA 2).

3.3 ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL

A metodologia do IFF avalia os principais aspectos ecológicos de um rio, promovendo o conhecimento sobre as suas características morfológicas e seus recursos biológicos, bem como, a situação das suas matas ciliares. Avaliamos a funcionalidade fluvial na BHRR, nos trechos dos rios Miranda, Santa Cruz, Cachoeira e Ribeirão. Estes trechos foram determinados através da interpretação e análise de mapas georreferenciados - descritos no item 3.1.2 - e também pelas percepções obtidas nas saídas de campo.

No total foram sete campanhas entre junho de 2016 e julho de 2017, onde percorremos a BHRR, fazendo o registro fotográfico e demais anotações pertinentes ao estudo, assim como já descrito no item 3.2 sobre Hemerobia.










Após a identificação dos trechos a serem avaliados, foram definidos 25 pontos de observação, e para cada um deles foi aplicado o formulário da metodologia (ANEXO 1). Optamos por utilizar dois observadores (A e B), pois assim conseguimos aferir as pontuações individuais e finais, evitando grandes distorções. Cada observador de acordo com seu conhecimento e interpretação, aplicou os formulários nos pontos de observação estabelecidos.

O formulário compreende 14 questões que consideraram as principais características ecológicas do rio, como a bacia, o fluxo, a formação ciliar, a altitude e a

largura do leito do rio, o comprimento do trecho a ser examinado e informações gerais sobre a data de campo, localização do rio, registro fotográfico e demais metadados que identificam o trecho analisado. Para cada questão existem quatro respostas pré-definidas com seus respectivos pesos e a soma da pontuação das respostas individuais indica a avaliação da funcionalidade em cada margem do rio. Existe uma questão repetida no formulário (2 e 2b) que trata da vegetação da zona perfluvial primária ou secundária, mas, somente uma delas deve ser respondida, de acordo com a situação em que se encontra. Outra observação diz respeito a questão 14, que trata sobre a comunidade bentônica. Neste caso, decidimos usar o peso 10 para todas as respostas, devido à inexperiência dos observadores com a fauna macro bentônica, e devido também a flexibilidade do método que permite adaptações para situações distintas.

A atribuição da ponderação numérica específica para as respostas individuais não tem justificação matemática, mas deriva de avaliações de especialistas em todas os processos funcionais influenciados pelo objeto característico de cada resposta. (MONAUNI et al., 2015). A pontuação obtida pela soma das pontuações parciais de cada pergunta, pode variar do valor mínimo de 14 até o máximo de 300 (TABELA 1).

TABELA 1 - VALORES, NÍVEIS E JULGAMENTOS DAS FUNCIONALIDADES.

Valor do IFF	Nível da funcionalidade	Julgamento da funcionalidade	Cor
261-300	I	excelente	
251-260	I-II	excelente-bom	
201-250	II	bom	
181-200	II-III	bom-razoável	
121-180	III	razoável	
101-120	III-IV	razoável-ruim	
61-100	IV	ruim	
51-60	IV-V	ruim-péssimo	
14-50	V	péssimo	

FONTE: *Indice de Funzionalità Fluviale* (2007), adaptado pela autora (2017).

A classificação da pontuação é separada em cinco tipos e quatro subtipos, cada um com uma cor específica que indica o nível de funcionalidade. No final, totalizamos 50 formulários, que tiveram seus valores analisados e compilados em planilhas eletrônicas do *software* Excel, que posteriormente foram dispostos em tabelas e gráficos para facilitar a visualização dos dados.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O abastecimento de água de Paranaguá é realizado pela empresa privada Paranaguá Saneamento, e o seu sistema de abastecimento inclui unidades de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição, e, conta ainda com quatro estações de tratamento (ETA): Colônia, Alexandra, Brasília e Encantadas, sendo essas duas últimas na Ilha do Mel. A partir de dados fornecidos pela concessionária relativos ao triênio 2013 a 2016, verificamos que o sistema ETA Colônias (FIGURA 11), atende 98% da população do município, captando em média 936.522 m³/mês. Este volume é variável e pode ultrapassar 1.100.000 m³/mês nos meses de maior demanda.

O sistema é abastecido por três captações: i) a do rio Ribeirão, responsável por 39,7% do volume total, ii) a do rio Miranda com 18,1% e iii) a do rio Santa Cruz, que garante aproximadamente 42,2% do volume total do sistema (FIGURAS 1 e 2). As nascentes dos mananciais do rio Miranda e do rio Santa Cruz estão localizados no interior do PNSHL, e são enquadrados pela resolução CONAMA n° 357/2005 como Classe Especial; a captação do rio Ribeirão (FIGURAS 2, 9, 20, 24, 29, 31 e 32), localizada em área próxima às rodovias PR-508 e BR-277, é enquadrada como Classe 2. O manancial do rio Ribeirão embora fique fora do limite do PNSHL e da APA de Guaratuba, tem suas nascentes e principais afluentes dentro das UC.

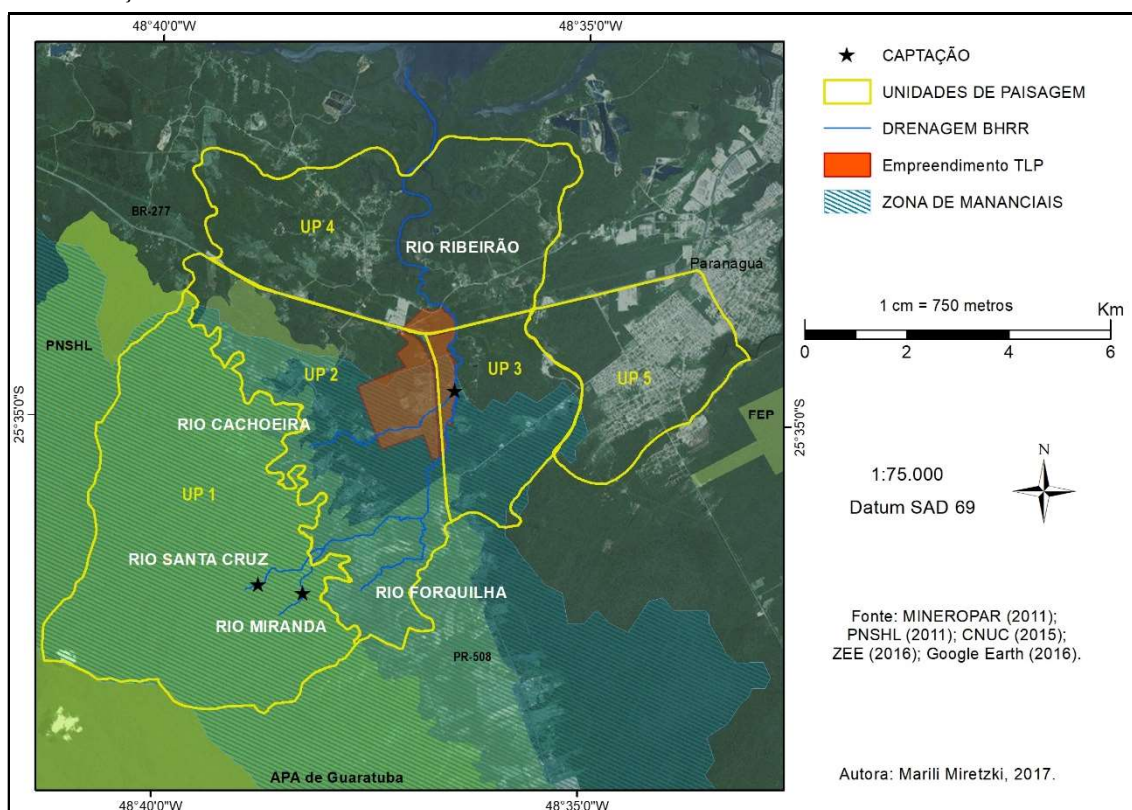
Os três mananciais que atualmente abastecem o município, segundo o prognóstico do Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE, 2016), encontram-se totalmente inseridos na Zona de Proteção de Mananciais (ZPM). Ainda de acordo com o ZEE (2016), a BHRR, cortada pela rodovia Alexandra-Matinhos, já sofreu intervenção antrópica em 50% de sua área. Esta bacia possui 50% de áreas florestadas, somando-se a essa, aproximadamente, 20% de vegetação em estágio avançado de recuperação.

O Comitê da BHL, criado em 2015, encontra-se em fase de contratação para elaborar um plano de gerenciamento da bacia, que irá possibilitar a reavaliação das concessões de captação de água dos municípios da região. Entretanto, é possível afirmar que o sistema já se encontra próximo ao seu limite máximo de vazão outorgável, sendo necessária a ampliação da captação em outras bacias adjacentes em um futuro próximo (ZEE, 2016). A aplicação destas metodologias, reitera as afirmações do ZEE, uma vez que detectamos diferentes níveis de alterações da paisagem da bacia, que já estão a comprometer o abastecimento público e a própria dinâmica hidrológica do manancial e sua capacidade de resiliência.

4.1. HEMEROBIA

A partir dos critérios adotados foram definidas cinco UP na BHRR: i) UP1 como Ambiente Serrano, ii) UP2 como Ambiente Rural Submontano, iii) UP3 como Ambiente Rural de Planície, iv) UP4 como Manguezais da Alexandra e v) UP5 como Expansão Urbana, essa definida fora dos limites da BHRR, representando o vetor de expansão urbana que pressiona a bacia e sendo tomada como área de grau máximo de hemerobia. Todas UP representadas (FIGURA 2) correspondem as características relacionadas aos aspectos geomorfológicos, a vegetação e uso do solo predominante observados *in loco*. Na Figura 2 destacamos a área projetada para o empreendimento denominado TLP, que será tratado na sequência.

FIGURA 2 - MAPA DA BHRR COM AS CINCO UNIDADES DE PAISAGEM DEFINIDAS. EM DESTAQUE O LOCAL PRETENDIDO DO EMPREENDIMENTO, OS PRINCIPAIS RIOS DA BACIA E CAPTAÇÕES DE ÁGUA.



FONTE: Elaborado pela autora (2017).

Os critérios selecionados para o desenho das UP resultaram em uma peculiaridade: a separação das UP 2, 3 e 4 foi determinada pelo entroncamento das rodovias, ou seja, um elemento antrópico recente (BR-277 em 1968 e a PR-508 em 1987), que em algumas décadas determinou a configuração atual da paisagem, tanto do ponto de

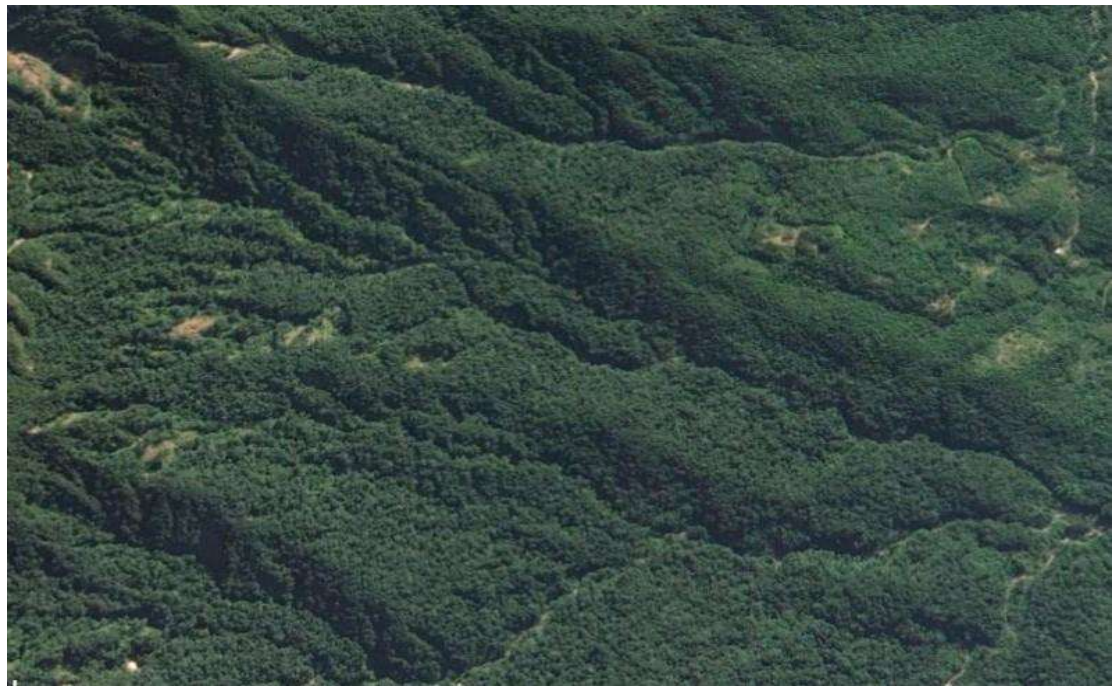
vista da ocupação humana quanto da dinâmica ecossistêmica. Entre as UP 1 e 2, a fronteira segue os limites do PNSHL (cota altimétrica), que também determinaram distintos processos de evolução da paisagem (FIGURAS 3 e 4). Dessa forma, obtivemos um desenho no qual cada unidade se distingue das demais em pelo menos três dos critérios adotados.

Não obstante o privilégio natural de qualidade e quantidade de água, a análise da BHRR apresentou três importantes fatores socioambientais limitantes, relatados a seguir, que a torna extremamente frágil e suscetível a efeitos antropogênicos, o que pode comprometer o abastecimento de água para o município de Paranaguá.

UP1: Região Serrana

Nesta UP (QUADRO 3), notamos o primeiro fator socioambiental limitante, onde fica evidente a fragilidade ambiental nas vertentes da serra, extremamente suscetível à erosão e movimentos de massa, quando submetida à supressão da vegetação ou da fina camada de solo sobre as rochas, caracterizando elevado risco ambiental para ocupação humana (MINEROPAR, 2011). A região é frequentemente atingida por deslizamentos e movimentos de massa naturais (FIGURA 5), decorrentes de eventos climáticos, atingindo severamente a população que vem ocupando as encostas e as planícies aluviais ao sopé das montanhas. Esta UP apresenta alta declividade, determinando uma área altamente suscetível a constantes erosões e importantes movimentos de massa, aliados a eventos extremos de pluviosidade. A energia fluvial para transporte de sedimentos é alta e a maior parte da área é caracterizada por Área de Preservação Permanente (APP) do PNSHL (FIGURAS 3,4 e 6). É aqui também onde se encontram as nascentes dos rios, bem como de seus afluentes, que abastecem Paranaguá com água de boa qualidade. Apesar das fragilidades apontadas, especialmente decorrentes do fenômeno geológico já mencionado, esta UP foi classificada como Oligohemerobica, conforme as características levantadas no Quadro 3 e esta condição está estritamente relacionada ao fato desta UP estar localizada no interior de uma UC de proteção integral.

QUADRO 3 - DEFINIÇÃO DA UP 1 COM FEIÇÃO PREDOMINANTE OLIGOHEMEROBICA

			
Unidade de Paisagem	Aspectos Geomorfológicos	Vegetação Predominante	Uso do Solo Predominante
UP1 Região Serrana	<ul style="list-style-type: none"> - Vertentes retilíneas da Serra do Mar, com vales em “V” - Suítes graníticas e migmatitos indiferenciados, com anfíbolitos e veios de quartzo-feldspático - Depósitos de tálus, matriz siltico-argilosa 	<ul style="list-style-type: none"> - FOD Submontana e Montana. - Predominância de estágios avançados de sucessão - Mata ciliar indiferenciada 	<ul style="list-style-type: none"> - UC de proteção integral PNSHL - Área não habitada

FONTE: A autora (2017); imagem Google Earth (2016).

FIGURA 3 - RESERVATÓRIO DO RIO MIRANDA MUITO ASSOREADO E TOMADO POR VEGETAÇÃO FLUVIAL PIONEIRA.



FONTE: A autora (2011).

FIGURA 4 - RIO SANTA CRUZ E A MONTANHAS ONDE ESTÃO SITUADAS AS NASCENTES DO RIO MIRANDA, LOCALIZADAS DENTRO DO PNSHL.



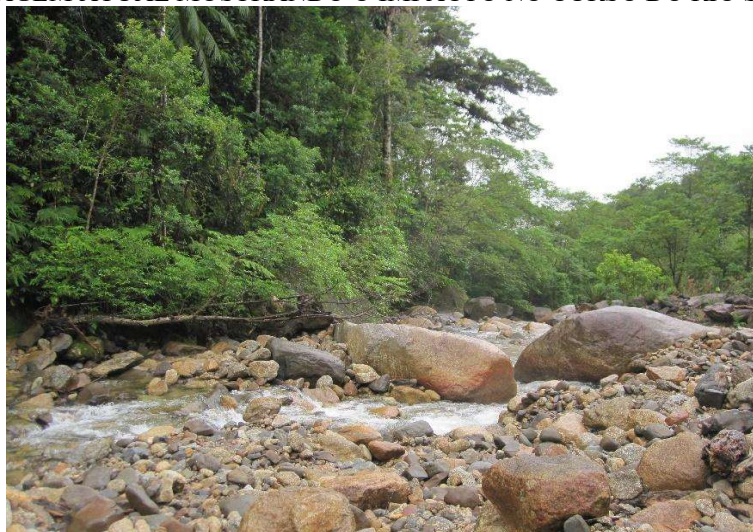
FONTE: Tiepolo (2007).

FIGURA 5 - EFEITO DO MOVIMENTO DE MASSA, OCORRIDO EM MARÇO DE 2011, QUE AFETOU DRASTICAMENTE O PNSHL.



FONTE: A autora (2011).

FIGURA 6 - IMAGEM ATUAL MOSTRANDO O IMPACTO NO CURSO DO RIO SANTA CRUZ.



FONTE: A autora (2017).

UP2: Ambiente Rural Submontano

Para esta UP consideramos o grau Mesohemeróbico, onde as principais alterações na paisagem são relacionadas as modificações para uso agrícola de pequeno porte, em sua maioria, praticada por pequenos agricultores familiares, conforme ilustram as Figuras 7 e 8. Pouca cobertura florestal nas margens das APP e invasão de braquiárias. Esta área é suscetível aos efeitos dos desastres naturais em encostas, com acessos dificultados em casos de desastres (FIGURAS 5, 7 e 8).


FIGURA 7 - AUSÊNCIA DE MATA CILIAR NO RIO SANTA CRUZ, INDICANDO O FORTE IMPACTO QUE OS DESLIZAMENTOS PROVOCARAM A JUSANTE DO PNSHL.



FONTE: A autora (2017).

Nesta UP (QUADRO 4), os principais cultivos são de pupunha, mandioca, hortaliças, banana, criação de animais domésticos e pequenas pastagens. Esta área sujeita aos efeitos dos movimentos de massa e de processos erosivos do solo. Observamos ainda que algumas destas propriedades rurais sofreram os efeitos dos desastres, notavelmente a localidade conhecida como Fazendinha (FIGURA 8). Embora com diversos graus de alteração, esta UP pode ter sucesso em programas de recuperação, especialmente de sua vegetação ciliar, pois possui uma matriz bem conservada.

QUADRO 4 - DEFINIÇÃO DA UP 2 COM FEIÇÃO PREDOMINANTE MESOHEMEOROBICA

			
Unidade de Paisagem	Aspectos Geomorfológicos	Vegetação Predominante	Uso do Solo Predominante
<p>UP2</p> <p>Ambiente Rural Submontano</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Rampas da pré-serra, relevo suave típico da Formação Alexandra - Aluviões indiferenciados antigos e recentes (areias, argilas e cascalho) - Grandes áreas de deposição de movimentos de massa 	<ul style="list-style-type: none"> - Transição FOD Submontana e FOD de Terras Baixas. - Diversos estágios de sucessão. Mata ciliar diferenciada 	<ul style="list-style-type: none"> - Matriz rural agrícola aproveitando os solos dos depósitos de tálus e colúvios no sopé da montanha - Pequenas propriedades, lavouras e pastagens - Aproximadamente 623 habitantes

FONTE: A autora (2017); imagem Google Earth (2016).

FIGURA 8 - TRANSIÇÃO MONTANHA E PLANÍCIE, COM SEDIMENTOS ACUMULANDO-SE NO LEITO DO RIO PROVOCADO PELOS DESLIZAMENTOS DE MARÇO DE 2011.



FONTE: A autora (2017).

UP3: Ambiente Rural Planície

Nesta UP (QUADRO 5), notamos o segundo fator socioambiental limitante, onde a planície costeira, recoberta por remanescentes da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, geologicamente moldadas pelas transgressões e regressões marinhas no quaternário, apresenta solo arenoso, extremamente permeável, com baixa densidade de drenagem e um lençol freático muito próximo à superfície (GOUVEIA SOUZA et al., 2005). Essa condição torna a região extremamente suscetível à todo tipo de contaminação, sendo que o relevo plano também constitui uma dificuldade significativa ao saneamento: fossas sépticas e ligações precárias ficam em contato direto com o lençol freático; a coleta de efluentes não conta com a gravidade, necessitando sistemas de bombeamento que encarecem e dificultam sua implantação e manutenção; os rios desembocam nas zonas ambientalmente mais sensíveis e importantes do Estuário de Paranaguá que são os canais de maré e manguezais.

Vale destacar que Paranaguá figurou entre 2015 e 2016 como o município com o maior número de casos de dengue do Estado do Paraná, com 19.543 notificações e 25 óbitos segundo o Informe Técnico nº 21 da Secretaria de Estado da Saúde, divulgado em abril de 2016. No Informe Técnico seguinte, até março de 2017 outros 1229 casos haviam sido notificados no município. As (FIGURAS 7 a 12) ilustram esta porção da bacia.

QUADRO 5 - DEFINIÇÃO DA UP 3 COM FEIÇÃO PREDOMINANTE MESOHEMEROBICO.

Unidade de Paisagem	Aspectos Geomorfológicos	Vegetação Predominante	Uso do Solo Predominante
<p align="center">UP3</p> <p align="center">Ambiente Rural Planície</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Planície costeira - Sedimentos marinhos indiferenciados da planície costeira (fase antiga e recente) - Sedimentos argilo-siltosos-arenosos 	<ul style="list-style-type: none"> - FOD de Terras Baixas - Mata ciliar diferenciada - Diversos estágios de sucessão ecológica, com alguns trechos importantes de mata contínua 	<ul style="list-style-type: none"> - Matriz rural pouco desenvolvida, extensas áreas de floresta bastante alteradas - Áreas de mineração - Estruturas de atividade portuária (pátios, depósitos e estacionamentos), fora da área urbana - Aproximadamente 419 habitantes

FONTE: A autora (2017); imagem Google Earth (2016).

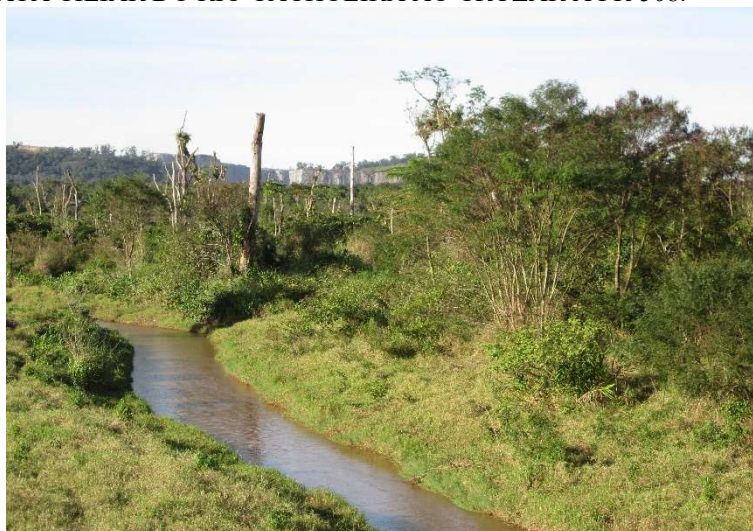
Esta UP é uma área sujeita a inundações devido à barreira artificial imposta pela rodovia PR-508, que fragmenta a paisagem e proporciona o efeito “barragem”, devido os aterros das rodovias BR-277 e PR-508. Essas modificações causaram um aumento na probabilidade de enchentes e modificações nos cursos dos rios da planície, com a consequente destruição de áreas de lavouras. Este fator antrópico de alta hemerobia determinou inclusive a distinção das UP segundo os critérios que utilizamos. Nesta UP encontra-se o manancial de abastecimento de água do município (FIGURA 9). Existe muitas criações de animais domésticos e pouca cobertura florestal nas APP (FIGURAS 9 e 10).

FIGURA 9 - ENCONTRO DO RIO RIBEIRÃO COM O RIO CACHOEIRA. AO FUNDO A SERRA DA PRATA. DESTAQUE PARA ANIMAIS DOMÉSTICOS DENTRO DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE PARANAGUÁ.



FONTE: Tiepolo (2017).

FIGURA 10 - MATA CILIAR DO RIO CACHOEIRA AO CRUZAR A PR-508.



FONTE: A autora (2017).

Esta área vem sofrendo expansão urbana (FIGURAS 11 e 12), e já possível identificar pátios de contêineres na Zona Agrosilvopastoril limítrofe à Zona de Consolidação e Expansão Urbana.

Devido a estas características, expressas no Quadro 5, consideramos esta UP como Mesohemeróbica, porém também percebemos uma tendência para transformação de partes desta UP para o grau Euhemeróbico, principalmente porque está próxima de uma área de expansão urbana, onde pode existir uma dificuldade ou impossibilidade de reversão natural da vegetação. Além disso, observamos que a área já tem sido pressionada pela instalação irregular de depósitos de contêineres (Figura 12), uma vez que se trata de

uma área definida no Plano Diretor como Zona Agrosilvopastoril, onde atividades industriais não deveriam existir.

FIGURA 11 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE PARANAGUÁ.



FONTE: Tiepolo (2017).

FIGURA 12 - PÁTIO DE CONTÊINERES DA EMPRESA AGROPORT, SITUADO NA ZONA AGROSILVOPASTORIL DO MUNICÍPIO.

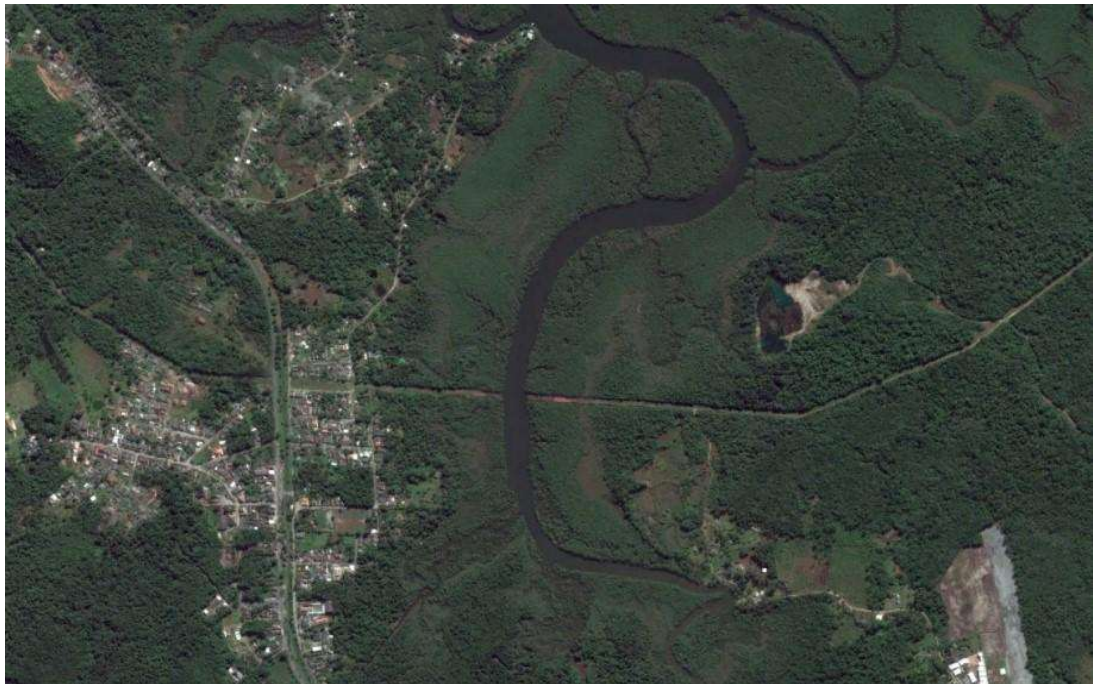


FONTE: A autora (2017)

UP4: Manguezais de Alexandra

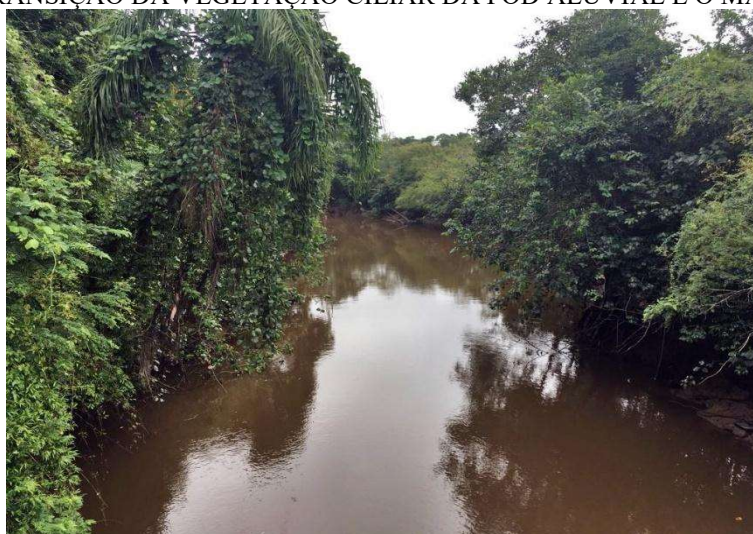
Nesta UP observamos alto potencial de contaminação de sedimentos e da biodiversidade associada (QUADRO 6), que podem ter influência nos estoques pesqueiros da baía de Paranaguá. Na Figura 13 percebe-se que na área de transição entre a vegetação aluvial e o manguezal, área com intenso tráfego de veículos pesados na estrada vicinal. As áreas adjacentes estão sendo ocupadas por pátios de caminhões e centros de logísticas de diversas empresas.

QUADRO 6 - DEFINIÇÃO DA UP 4 COM FEIÇÃO PREDOMINANTE EUHEMEOROBICO

			
Unidade de Paisagem	Aspectos Geomorfológicos	Vegetação Predominante	Uso do Solo Predominante
<p>UP4</p> <p>Manguezais de Alexandra</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Planícies de maré - Argilas, silte, areias e seixos, depósitos de colúvios - Sedimentos flúvio-marinhos associados a manguezais - Sedimentos argilo-siltosos -arenosos paleoestuarinos 	<ul style="list-style-type: none"> - Formações Pioneiras de Influência Flúvio-marinha (mangue) e marismas - Remanescentes de Formações Pioneiras de Influência Marinha (restingas) 	<ul style="list-style-type: none"> - Intensa pressão de estruturas industriais portuárias: pátios de contêineres, indústrias, armazéns e depósitos de agroquímico, frigoríficos, entre outros - Alto consumo de água e produção de efluentes - Aproximadamente 3801 habitantes

FONTE: A autora (2017); imagem Google Earth (2016).

FIGURA 13 - TRANSIÇÃO DA VEGETAÇÃO CILIAR DA FOD ALUVIAL E O MANGUEZAL.



FONTE: Tiepolo (2017).

UP5: Expansão Urbana

Nesta UP (QUADRO 7), notamos o terceiro fator socioambiental limitante, que se refere ao zoneamento de área urbana de Paranaguá, as ampliações da Zona de Interesse Portuário (ZIP) e da Zona de Desenvolvimento Econômico (ZDE), tem impulsionado a expansão urbana para a região dos mananciais de abastecimento e para o entorno das UC, conforme o que estabelece o Plano Diretor de Paranaguá (PDDI 2007), o que tem propiciado a transformação destes ambientes naturais em periferia da cidade. Os principais vetores dessa expansão urbana é o entroncamento rodoviário da BR-277 com a PR-508 no Distrito de Alexandra, ao longo do qual se observa intensa e desordenada exploração do espaço por empreendimentos que buscam aproveitar a facilidade de acesso e o alto movimento da rodovia. A PR-407 também faz parte desta zona de interesses, onde novos loteamentos estão sendo licenciados para a realocação de famílias de baixa renda residentes em áreas irregulares ou áreas de risco do município, por meio da flexibilização de legislações de uso e ocupação do solo. Estas áreas possuem alta suscetibilidade à inundação (MINEROPAR 2011; SEZERINO 2016), o que coloca a população sob situação de vulnerabilidade socioambiental (SEZERINO e TIEPOLO 2016b).

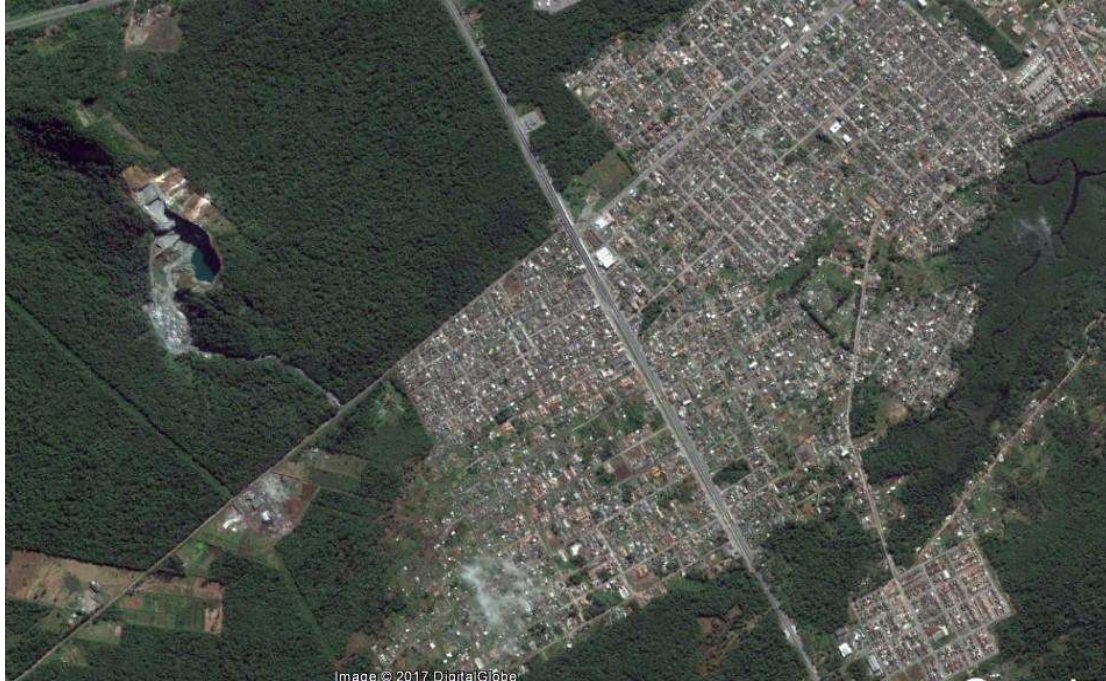
A Figura 14 representa uma foto aérea da UP5 e ilustra a área urbana, onde já é possível perceber o adensamento do tecido urbano direcionado para a bacia, na área onde a planície é caracterizada pela presença de manguezais.

FIGURA 14 - MANGUEZAL E O ADENSAMENTO URBANO NA DIREÇÃO DA BHRR.



FONTE: A autora (2011).

QUADRO 7 - DEFINIÇÃO DA UP 5 COM FEIÇÃO PREDOMINANTE EUHEMERÓBICO



Unidade de Paisagem	Aspectos Geomorfológicos	Vegetação Predominante	Uso do Solo Predominante
<p>UP5</p> <p>Expansão urbana</p> <p>(área externa à BHRR)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Planície costeira - Sedimentos marinhos indiferenciados da planície costeira (fase antiga e recente) - Sedimentos argilo-siltosos-arenosos paleoestuarinos - Áreas de alagamento 	<ul style="list-style-type: none"> - FOD de Terras Baixas entremeadas por restingas, totalmente convertida pela matriz urbana de loteamentos e arruamentos - Não apresenta planejamento de praças ou áreas verdes 	<ul style="list-style-type: none"> - Área de expansão urbana com pouco planejamento (periferização) - Áreas de ocupação irregular - Infraestrutura, drenagem, saneamento, equipamentos urbanos e transporte público precários - Aproximadamente 23.834 habitantes.

FONTE: A autora (2017); imagem Google Earth (2016).

A partir dos levantamentos de campo e da análise do grau de hemerobia da BHRR, com os dados obtidos a partir dos setores censitários, destacamos que esta UP apresenta os piores graus de hemerobia, sendo, portanto, considerada Euhemeróbica, sob forte tensão ecossistêmica provocada pelo avanço da zona urbana e da zona industrial sobre os mananciais.

Os dados obtidos a partir da pesquisa dos setores censitários revelam que na bacia e em seu entorno imediato vivem cerca de 28.677 habitantes que residem em 8248 domicílios particulares permanentes, com uma densidade domiciliar média de 3,5 moradores por domicílio. A renda média desta população é de R\$ 1.065,26 abaixo da renda média mensal da população do município, de R\$ 1.382,41 e pouco acima do valor

do salário mínimo nacional de R\$ 937,00 (abril de 2017) definido pela Lei nº 13152/2015.

Os indicadores mostram ainda que a porcentagem da população de Paranaguá com o rendimento nominal mensal per capita de até $\frac{1}{2}$ salário mínimo é 35,7% (IBGE 2010). Portanto, na BHRR, predomina uma população de baixa renda, vulnerabilizada socialmente e sujeita aos riscos naturais de deslizamentos de massa e aos riscos industriais da contaminação e demais externalidades associadas. Em um ambiente de fragilidade ambiental, devido à instabilidade geológica, esses riscos são potencializados. Embora o Produto Interno Bruto (PIB) de Paranaguá seja de R\$ 42.192,81, ocupando o 9º lugar no *ranking* do Paraná, o município contribui com apenas 1,85% para o PIB deste. Mesmo ocupando uma posição de destaque pelo seu PIB, a riqueza gerada no município não contribui com o desenvolvimento humano onde ocupa o 32º lugar no ranking do Estado, com IDH de 0,750 (IBGE, 2010).

A avaliação da paisagem por meio do conceito de hemerobia permitiu a compreensão de que a BHRR possui grande heterogeneidade ambiental, e sua porção mais bem conservada é onde estão suas nascentes no PNSHL. Logo após estes limites, a cobertura vegetal vai sendo transformada em áreas antropizadas em diversos graus de hemerobia. Nas porções mais próximas ao PNSHL dá lugar a pequenas propriedades rurais com pastagens e plantações, especialmente de pupunha com pouca ou nenhuma vegetação nas margens ciliares dos rios. Já na porção da planície, o padrão de loteamento das propriedades é de pequenos sítios, alguns utilizados como segunda casa. É na UP4 que está situada a captação de água da empresa Paranaguá Saneamento.

4.2. ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL

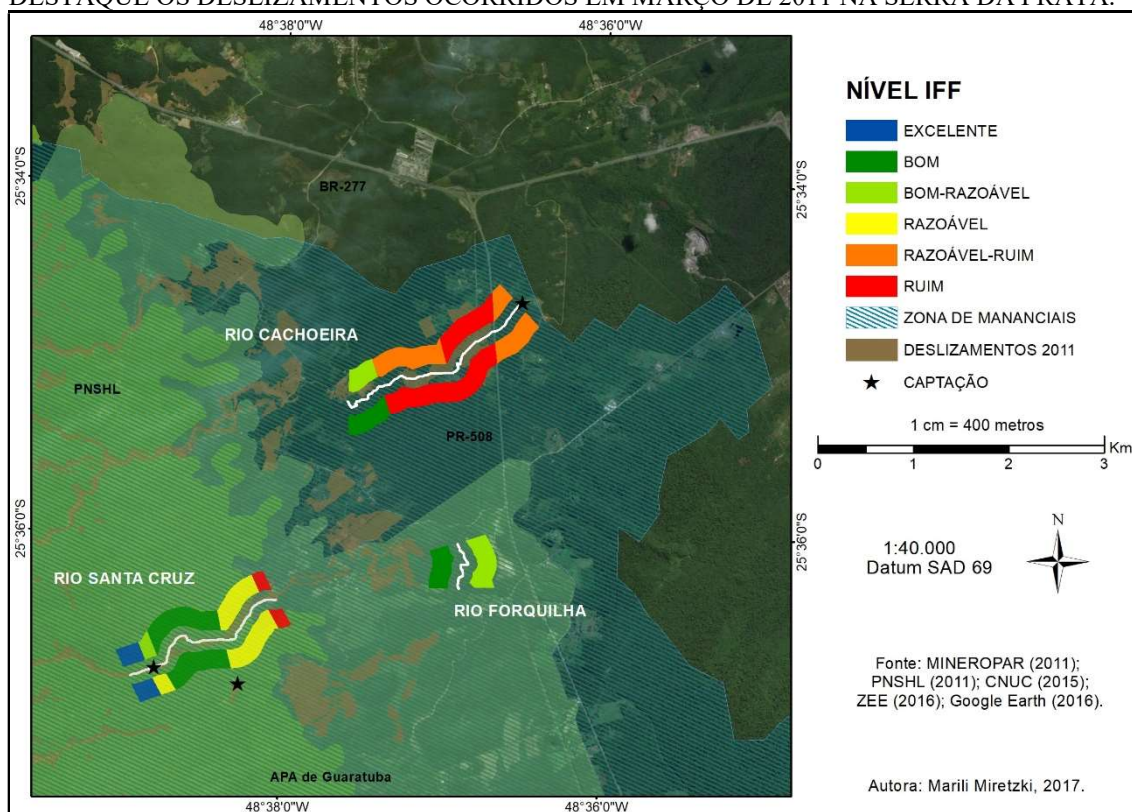
Aplicamos a metodologia na BHRR ao longo de 25 trechos, não homogêneos, em cinco rios afluentes da bacia, totalizando 28.200 metros de rios avaliados, sendo 14.100 metros na margem direita e 14.100 na margem esquerda. Os rios avaliados foram o Santa Cruz, Forquilha, Cachoeira, Miranda e o Ribeirão, onde foram estabelecidos 25 pontos de observação, direcionados a montante do rio.

Devido a flexibilidade do método ele pode ser aplicado por um ou mais avaliadores ao mesmo tempo. Neste estudo, optamos por utilizar dois avaliadores (A e B) - com formações distintas, contudo dentro das ciências ambientais - para aplicar o formulário, pois assim conseguimos aferir as pontuações individuais e finais, evitando grandes distorções por meio de um fator de correção. Embora tenha havido diferenças no

valor final pontuado por cada observador, estas se mantiveram dentro do mesmo range do nível de funcionalidade e não apresentou mudanças no mapa final da funcionalidade fluvial.

Os valores do IFF na BHRR e seus respectivos níveis de funcionalidade, obtidos a partir da compilação de 50 formulários aplicados (ANEXO 1), mostraram uma alta variabilidade, que se justifica pelas distintas características dos vários rios que compõe a bacia. Vale ressaltar as condições ambientais que caracterizam os diferentes trechos dos rios, que vão desde ambientes montanhosos até manguezais, passando por UP com diferentes graus de hemerobia, que se refletem no rio nas diferentes composições ciliares da vegetação. Os resultados do IFF expressos de acordo com suas funcionalidades estão ilustrados nas (FIGURAS 15 e 24).

FIGURA 15 - MAPA DO NÍVEL IFF DOS RIOS SANTA CRUZ, CACHOEIRA E FORQUILHA. EM DESTAQUE OS DESLIZAMENTOS OCORRIDOS EM MARÇO DE 2011 NA SERRA DA PRATA.



FONTE: Elaborado pela autora (2017).

Rio Santa Cruz

Os cinco trechos avaliados no rio Santa Cruz, somando ambas as margens, totalizaram 4.000 metros de rios avaliados, todos inseridos no PNSHL e na APA de Guaratuba. Os resultados do IFF obtidos para o rio (FIGURA 15 e TABELA 2) evidenciaram

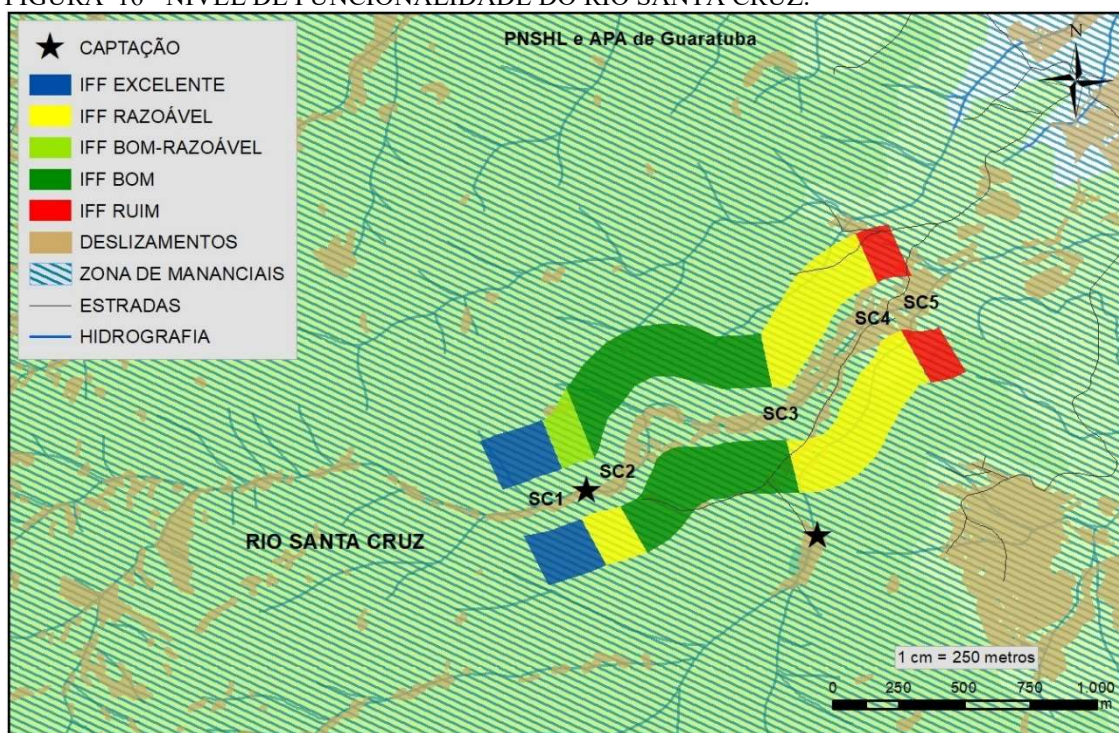
que dos trechos avaliados, 45% foram considerados bom; 28,75% razoável, 15% excelente, 7,5% ruim e 3,75% bom-razoável (TABELA 7 e FIGURA 33). O primeiro ponto de observação SC1 (FIGURA 16) obteve julgamento excelente. Trata-se de uma região protegida por UC e embora muito afetada pelos deslizamentos se apresenta em estágio de recuperação da vegetação

TABELA 2 - VALORES DO IFF NO RIO SANTA CRUZ.

Ficha nº	Trecho (m)	Código	Valor IFF		Julgamento da funcionalidade	Cor
			A	B		
1	300	SC1d	265	265	Excelente	
		SC1e	265	265	Excelente	
2	150	SC2d	181	181	bom-razoável	
		SC2e	142	142	Razoável	
3	900	SC3d	235	235	Bom	
		SC3e	205	205	Bom	
4	500	SC4d	170	180	Razoável	
		SC4e	140	155	Razoável	
5	150	SC5d	61	65	Ruim	
		SC5e	73	73	Ruim	

FONTE: A autora (2017).

FIGURA 16 - NÍVEL DE FUNCIONALIDADE DO RIO SANTA CRUZ.

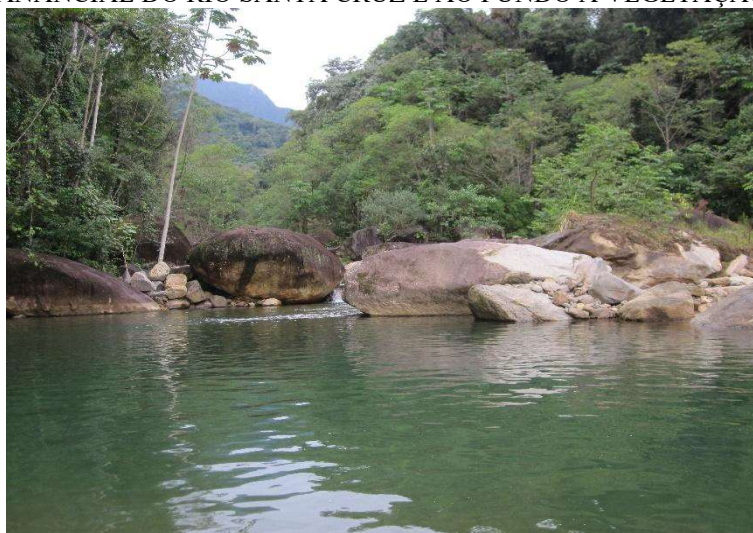


FONTE: A autora (2017).

Após 150 metros, o ponto SC2, onde se encontra uma das três captações que abastecem o município, apresentou dois julgamentos de funcionalidades, bom-razoável na margem esquerda e razoável na margem direita. A diferença de funcionalidade, comparada com o ponto anterior, se deve as atividades de captação de água, que demandam atividades e alterações antrópicas que comprometem a integridade do território como um todo.

Vale destacar a importância do PNSHL como área de manancial de captação de água para o abastecimento do município de Paranaguá. Mesmo o trecho do rio estando dentro de uma UC de proteção integral, a análise aponta que ele não esteve livre dos impactos (FIGURAS 16 a 18).

FIGURA 17 - MANANCIAL DO RIO SANTA CRUZ E AO FUNDO A VEGETAÇÃO FOD (SC2).



FONTE: A autora (2017).

Observa-se que o trecho considerado excelente é seguido de um considerado razoável, devido aos severos impactos que o rio sofreu nos deslizamentos de março de 2011 (FIGURAS 5 e 18), comprometendo a sua integridade, porém, mesmo com estas condições, pontuais, porém extremas, a segurança territorial e o provimento de água foi, em grande medida assegurados graças a existência do PNSHL.

O ponto SC3, considerado bom, dista 900 metros do anterior e já mostra uma funcionalidade mais significava. Este rio foi um dos mais impactados pelos deslizamentos e, neste trecho, praticamente foi dividido e se dispersou em braços menores. O ponto SC4 antecede o cruzamento do rio com a estrada rural e apresentou funcionalidade razoável em ambas as margens.

FIGURA 18 - AO FUNDO CAPTAÇÃO DO RIO SANTA CRUZ. AUSÊNCIA DA MATA CILIAR DO LADO ESQUERDO (SC2).



FONTE: A autora (2017).

Após 150 metros, o ponto SC5, apresentou a pior funcionalidade do rio. Neste ponto observa-se a confluência dos rios Santa Cruz e Miranda, onde é possível verificar que o trecho está severamente impactado pelos deslizamentos (FIGURA 16). A ausência de vegetação ciliar neste trecho (FIGURA 7), se deu devido as modificações antrópicas que se relacionam com as formas de uso e ocupação históricas da terra associadas aos deslizamentos de 2011 (FIGURAS 5 e 16).

Rio Forquilha

O rio Forquilha teve somente um ponto de observação em 300 metros, em cada margem de rio avaliado. No ponto FQ1 ocorre a confluência dos rios Forquilha e Miranda que juntos darão início ao rio Ribeirão. O trecho apresentou valores de IFF (TABELA 3 e FIGURA 19) onde 50% foram considerados bom e 50% bom-razoável (TABELA 3 e 7 e FIGURA 33).

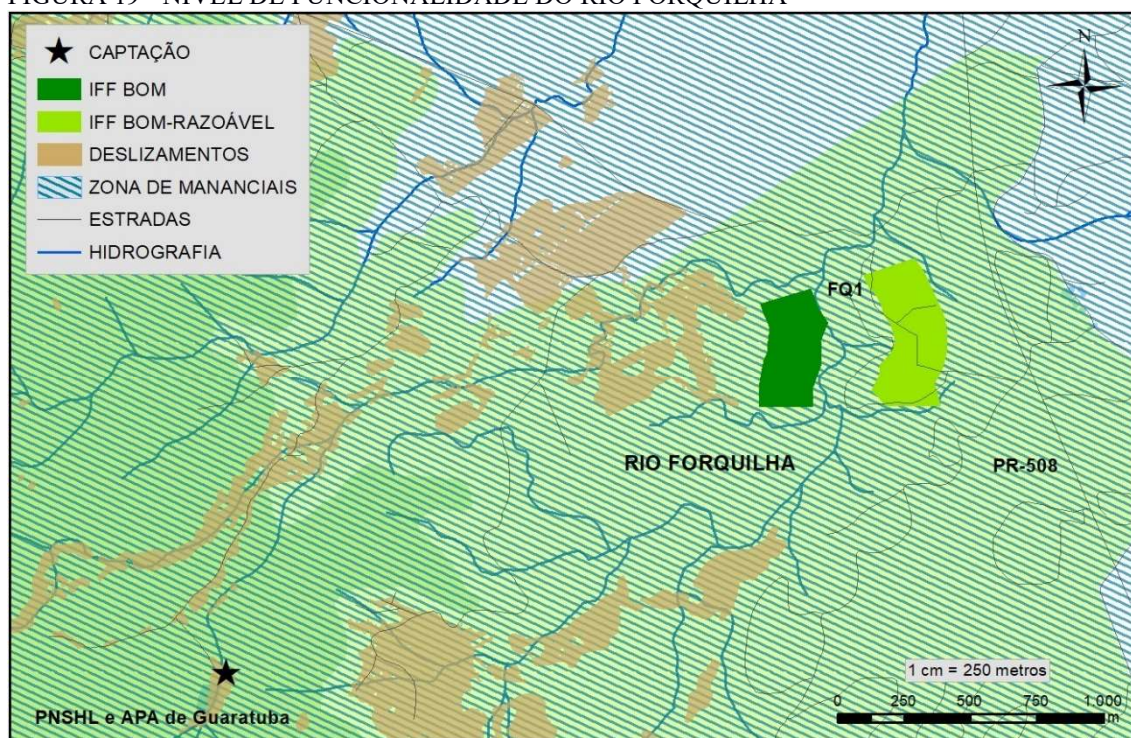
TABELA 3: VALORES DO IFF NO RIO FORQUILHA

Ficha nº	Trecho (m)	Código	Valor IFF		Julgamento da funcionalidade	Cor
			A	B		
13	300	FQ1d	220	220	bom	
		FQ1e	190	190	bom-razoável	

FONTE: A autora (2017).

Cabe destacar que na margem esquerda do rio Forquilha, a menos de 100 metros da nascente do rio Ribeirão, existe uma monocultura de eucaliptos. Sabe-se que o cultivo dessa espécie exótica, torna a região mais suscetível a impactos como erosão, assoreamento dos cursos de água, rebaixamento do lençol freático e substituição da vegetação natural. Segundo Agostinho et al., (2005), a presença de espécies exóticas em margens ciliares interfere diretamente na biodiversidade dos sistemas naturais. Estes impactos são visíveis quando visualizadas pelo *software* Google Earth Pro, através de um dos seus recursos, que permite constatar o crescimento desta atividade nos últimos 10 anos. Este trecho se encontra totalmente inserido na Zona de Proteção dos Mananciais, bem como na APA de Guaratuba (ZEE, 2016).

FIGURA 19 - NÍVEL DE FUNCIONALIDADE DO RIO FORQUILHA



FONTE: A autora (2017).

Rio Cachoeira

O rio Cachoeira teve quatro pontos de observação em 2.200 metros, em cada margem, de trechos avaliados. A FIGURA 20 e a TABELA 4 indicam que este rio possui a maior diversidade de funcionalidades entre os trechos de rios analisados, com destaque para as consideradas ruim e razoável-ruim, na maioria dos trechos analisados. O IFF do

rio Cachoeira teve 50% de seus trechos avaliados como ruim, 36,36% razoável-ruim, 6,82% foram considerados bom e 6,82% razoável-bom (TABELA 7 e FIGURA 33).

Neste rio cabe destacar que o mesmo está integralmente inserido na Zona de Proteção de Mananciais (ZEE, 2016) e foi um dos rios mais severamente impactado pelos desastres naturais de marco de 2011 (FIGURA 5). Além disso, este rio encontra-se inserido na área pretendida para a instalação do empreendimento (FIGURA 2) do setor logístico portuário TLP (RAP, 2014).

TABELA 4 - VALORES DO IFF NO RIO CACHOEIRA.

Ficha nº	Trecho (m)	Código	Valor IFF		Julgamento da funcionalidade	Cor
			A	B		
14	300	CA1d	190	185	bom-razoável	
		CA1e	225	225	bom	
15	800	CA2d	104	104	razoável-ruim	
		CA2e	84	75	ruim	
16	700	CA3d	68	74	ruim	
		CA3e	68	74	ruim	
17	400	CA4d	104	104	razoável-ruim	
		CA4e	104	104	razoável-ruim	

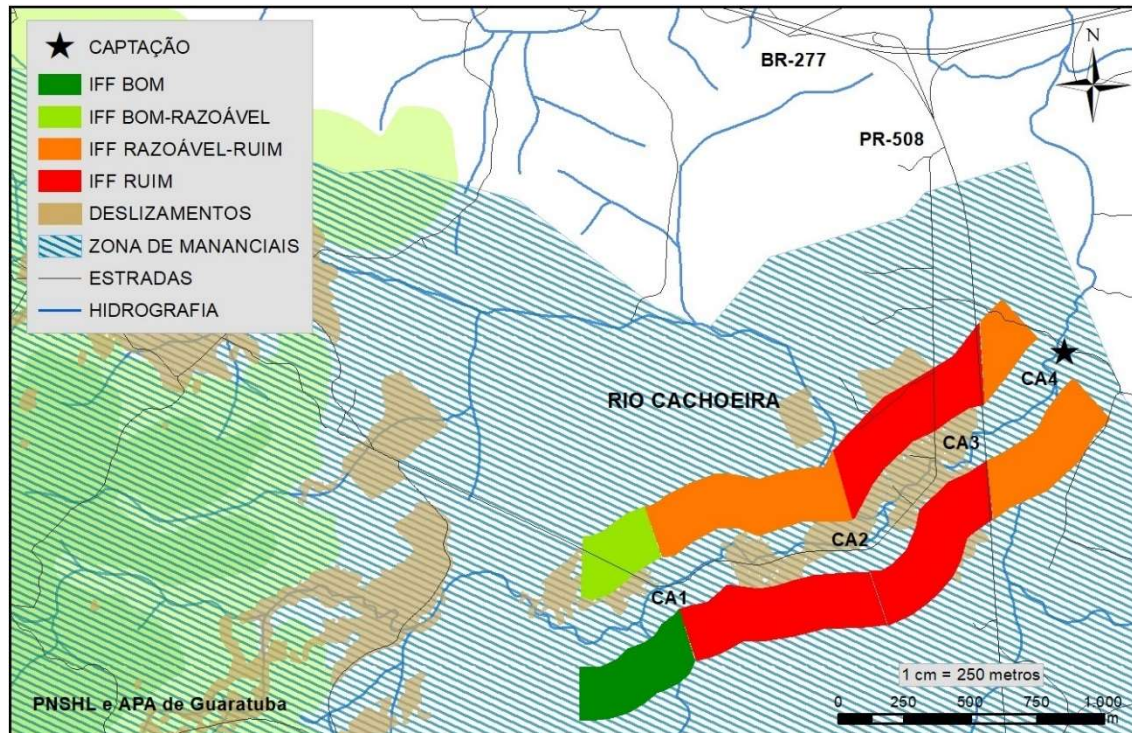
FONTE: A autora (2017).

O ponto CA1 teve funcionalidades diferenciadas em suas margens, sendo bom-razoável na margem esquerda e bom na direita. Os próximos pontos CA2 e CA3 tiveram um considerável rebaixamento no nível de funcionalidade. As FIGURAS 20, 21 e 22 demonstram os impactos deste rio e o uso atual da terra descontrolado, inclusive com presença de animais domésticos no leito do rio próximo a 500 metros da confluência dos rios na área para captação de água. Também se observa a total supressão da vegetação ciliar com a cobertura vegetal deste trecho predominantemente de pastagem. O ponto CA4 merece destaque pois é a confluência dos rios Cachoeira e Ribeirão, principal captação de abastecimento de água do município e apresentou ambas as margens com funcionalidade razoável-ruim.

Apesar das alterações que também refletiram no baixo grau de hemerobia nesta UP, o rio ainda contempla trechos considerados bom e bom-razoável. Este é um dos principais afluentes da BHRR e deve ser considerado prioritário para ações de gestão

integrada, de maneira a promover a proteção e recuperação, principalmente das suas margens ciliares.

FIGURA 20 - NÍVEL DE FUNCIONALIDADE DO RIO CACHOEIRA.



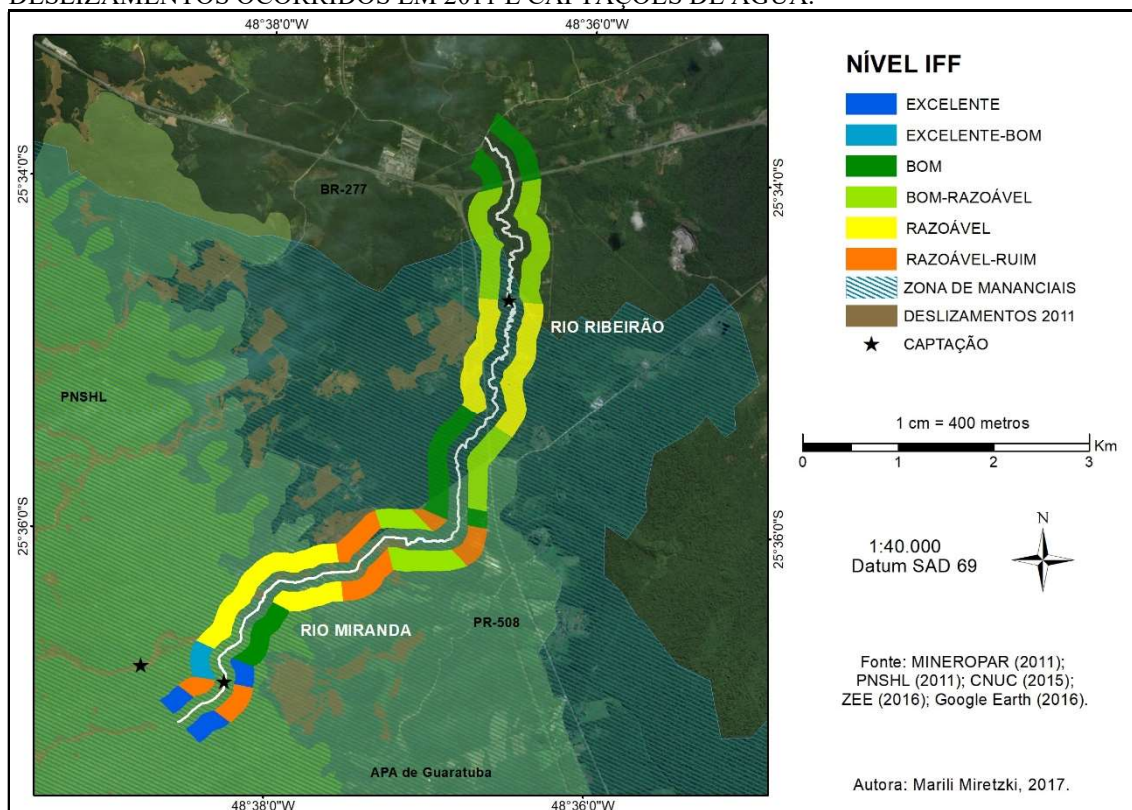
FONTE: A autora (2017).

FIGURA 21 - RIO CACHOEIRA E SUA MATA CILIAR. AO FUNDO O PNSHL. EM DESTAQUE A PRESENÇA DE ANIMAIS NO RIO QUE ABASTECE O MUNICÍPIO (CA3).



FONTE: A autora (2017).

FIGURA 24 - MAPA DO NÍVEL IFF DOS RIOS MIRANDA E RIBEIRÃO. DESTAQUE PARA OS DESLIZAMENTOS OCORRIDOS EM 2011 E CAPTAÇÕES DE ÁGUA.



FONTE: Elaborado pela autora (2017).

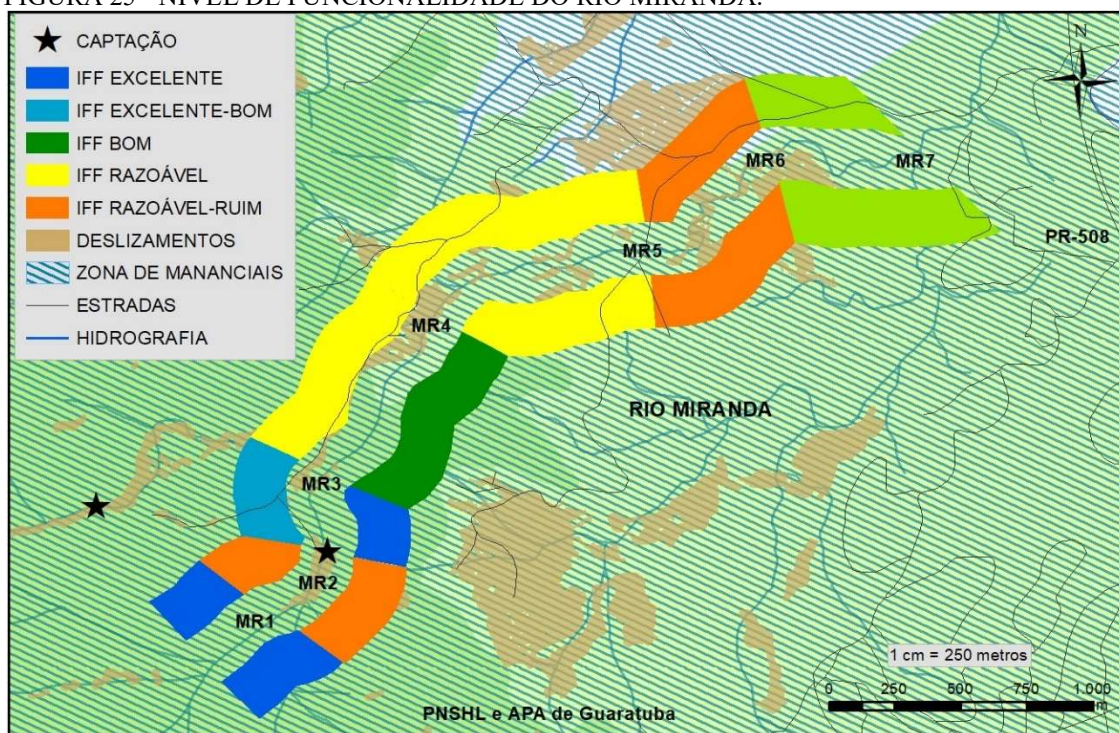
O ponto MR1 considerado excelente é seguido do ponto MR2 que foi considerado razoável-ruim devido a uma intervenção artificial, representada pela construção de uma antiga usina hidrelétrica, que alterou o fluxo do rio, formando um lago, que atualmente se encontra assoreado (FIGURAS 25 a 27). Neste local, também é realizada uma das três captações de abastecimento de Paranaguá. Após 400 metros, o ponto MR3 se mostrou com funcionalidades distintas em suas margens, sendo excelente na margem esquerda e excelente-bom na direita, também se mostrando diversificado nos demais trechos (FIGURA 24). Os trechos correspondentes aos pontos MR4 e MR5, à medida que percorrem as propriedades rurais da UP serrana, apresentam-se como razoável, intercalando trechos bem conservados, com vegetação ciliar em ambas as margens, sendo uma destas margens caracterizada por relevo montanhoso, mas com histórico de ocupação recente por cultivos na área denominada Fazendinha. Hoje a vegetação que recobre esta montanha encontra-se em fase secundária de sucessão ecológica. Já a margem direita do rio que era ocupada por pastagens de gado leiteiro, conforme relato do caseiro da propriedade, atualmente está em fase inicial de sucessão (capoeirinha).

TABELA 5 - VALORES DO IFF NO RIO MIRANDA.

Ficha nº	Trecho (m)	Código	Valor IFF		Julgamento da funcionalidade	Cor
			A	B		
6	300	MR1d	270	270	excelente	
		MR1e	270	270	excelente	
7	350	MR2d	107	107	razoável-ruim	
		MR2e	107	107	razoável-ruim	
8	400	MR3d	260	260	excelente-bom	
		MR3e	265	265	excelente	
9	700	MR4d	145	145	razoável	
		MR4e	220	220	bom	
10	900	MR5d	121	121	razoável	
		MR5e	121	121	razoável	
11	700	MR6d	118	103	razoável-ruim	
		MR6e	103	103	razoável-ruim	
12	700	MR7d	181	181	bom-razoável	
		MR7e	181	181	bom-razoável	

FONTE: A autora (2017).

FIGURA 25 - NÍVEL DE FUNCIONALIDADE DO RIO MIRANDA.



FONTE: A autora (2017).

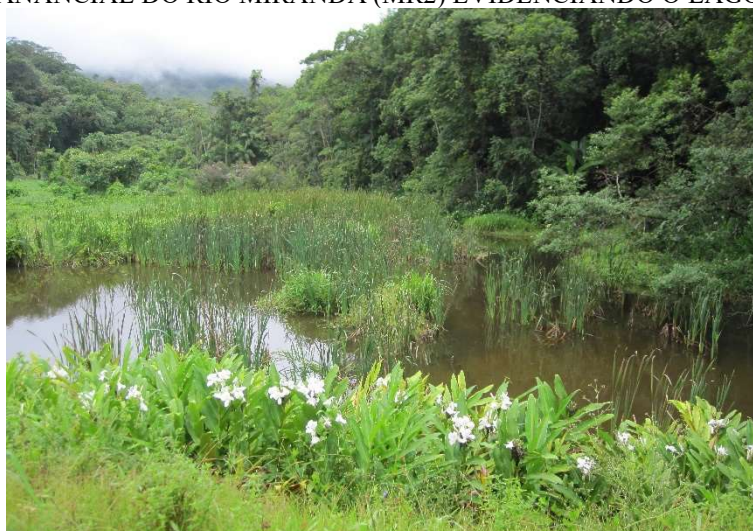
O destaque para estes trechos é que eles foram os que menos sofreram as consequências dos deslizamentos de massas (FIGURA 5), mesmo estando distante apenas alguns metros do rio Santa Cruz, um dos mais atingidos pelos deslizamentos em toda a vertente leste da Serra da Prata (FIGURAS 5, 16, 19, 20, 25 e 29). A maior parte da bacia possui funcionalidade de razoável, com 3.450 metros de margem esquerda e 4.000 metros de margem direita, representando 24% e 28% do rio respectivamente.

FIGURA 26 - ANTIGA BARRAGEM DO RIO MIRANDA NO PNSHL (MR2).



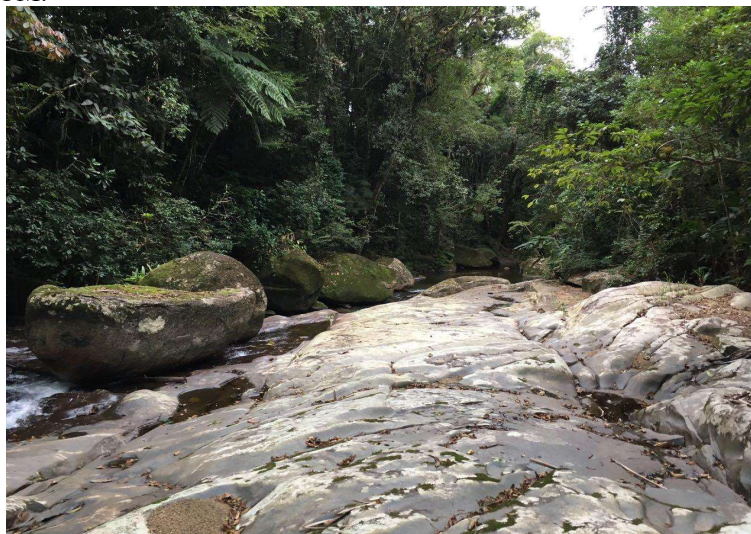
FONTE: A autora (2017).

FIGURA 27 - MANANCIAL DO RIO MIRANDA (MR2) EVIDENCIANDO O LAGO ASSOREADO.



FONTE: A autora (2017).

FIGURA 28 - TRECHO DE RIO LAJEADO DO RIO MIRANDA (MR3), COM FUNCIONALIDADE EXCELENTE-BOM.



FONTE: Tiepolo (2017).

Rio Ribeirão

O rio Ribeirão, foi o que teve mais trechos analisados, totalizando oito pontos de observação, distribuídos em 5.550 metros em cada margem do rio. Seu IFF mostrou-se como o rio com mais trechos homogêneos dentre os demais analisados, sendo 36,93% considerados bom-razoável, 34,23% razoável e 24,32% bom (TABELAS 6 e 7, FIGURA 33). Seu pior e único trecho, com funcionalidade razoável-ruim, correspondeu a 4,50% do rio.

No ponto RR1, a funcionalidade corresponde a um julgamento razoável-ruim, o que indica que a confluência de dois rios que darão início ao rio Ribeirão, não está protegida e sujeito a ações antrópicas. Após cruzar a estrada rural, a funcionalidade dos trechos correspondentes a RR2 e RR3, apresentam uma melhora em sua funcionalidade, devido a proteção das suas densas matas ciliares e a baixa acessibilidade ao local. Após o rio cruzar a PR-508, ele segue pela planície litorânea até encontrar seu afluente, rio Cachoeira. Os trechos correspondentes aos pontos RR4, RR5 e RR6 tiveram suas funcionalidades definidas como razoável.

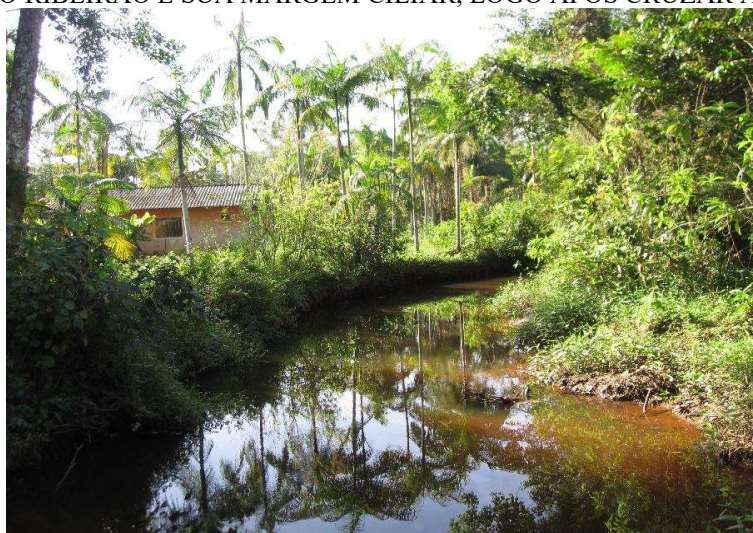
Os próximos trechos RR7 e RR8 apresentam uma ligeira recuperação, especialmente no que diz respeito à vegetação ciliar e tiveram suas funcionalidades definidas como bom-razoável e bom, respectivamente. Após o rio Ribeirão cruzar a BR-277, ele continua seu curso por aproximadamente quatro quilômetros até desaguar na Baía de Paranaguá.

TABELA 6: VALORES DE IFF NOS DIFERENTES TRECHOS DO RIO RIBEIRÃO.

Ficha nº	Trecho (m)	Código	Valor IFF		Julgamento da funcionalidade	Cor
			A	B		
18	250	RR1d	107	103	razoável-ruim	
		RR1e	107	103	razoável-ruim	
19	200	RR2d	207	207	bom	
		RR2e	207	207	bom	
20	1.100	RR3d	215	215	bom	
		RR3e	195	195	bom-razoável	
21	600	RR4d	160	160	razoável	
		RR4e	160	160	razoável	
22	600	RR5d	175	176	razoável	
		RR5e	125	121	razoável	
23	700	RR6d	133	133	razoável	
		RR6e	133	133	razoável	
24	1.500	RR7d	185	185	bom-razoável	
		RR7e	185	185	bom-razoável	
25	600	RR8d	205	205	bom	
		RR8e	205	205	bom	

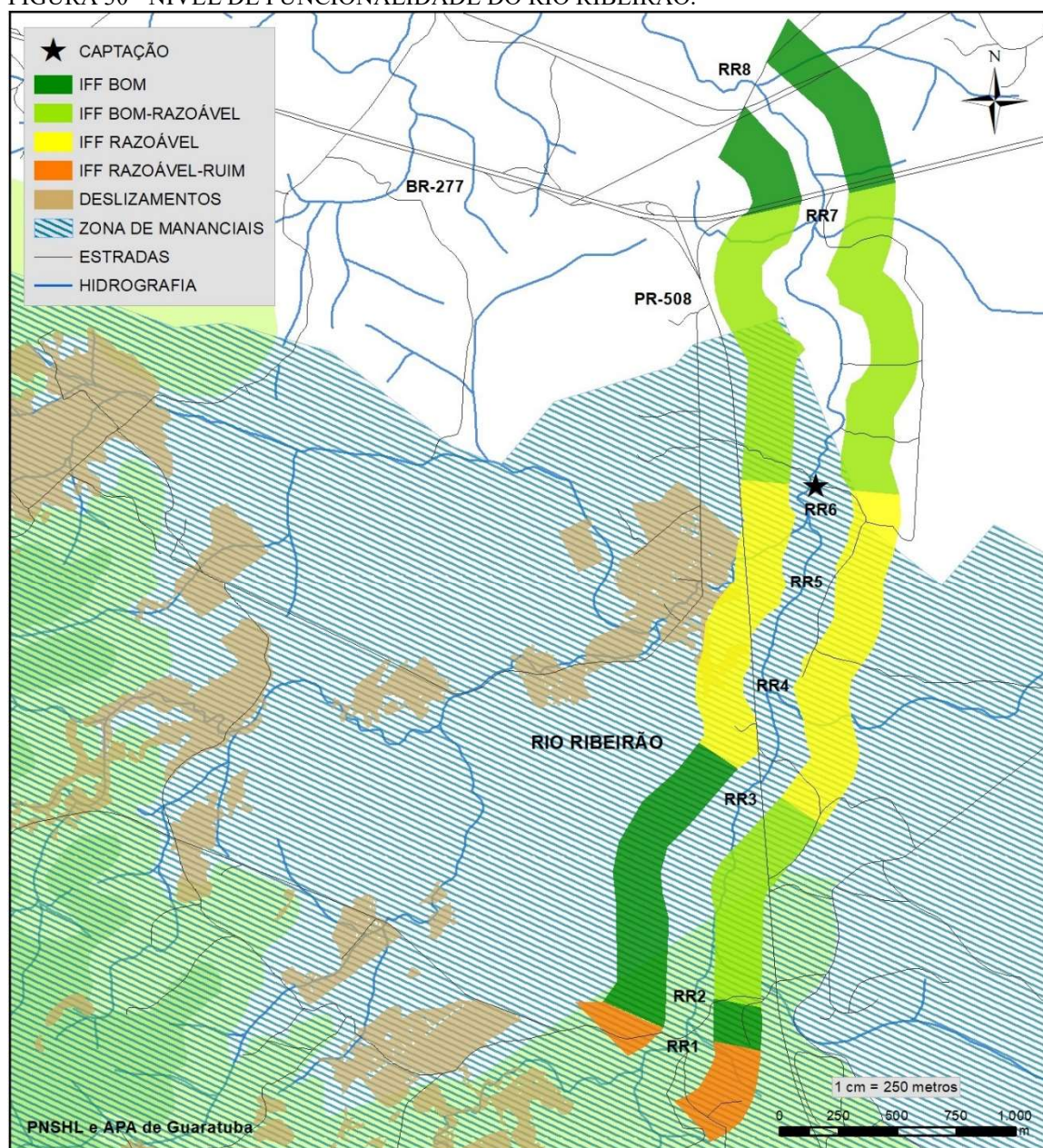
Fonte: A autora (2017).

FIGURA 29 - RIO RIBEIRÃO E SUA MARGEM CILIAR, LOGO APÓS CRUZAR A PR-508 (RR3).



FONTE: A autora (2017).

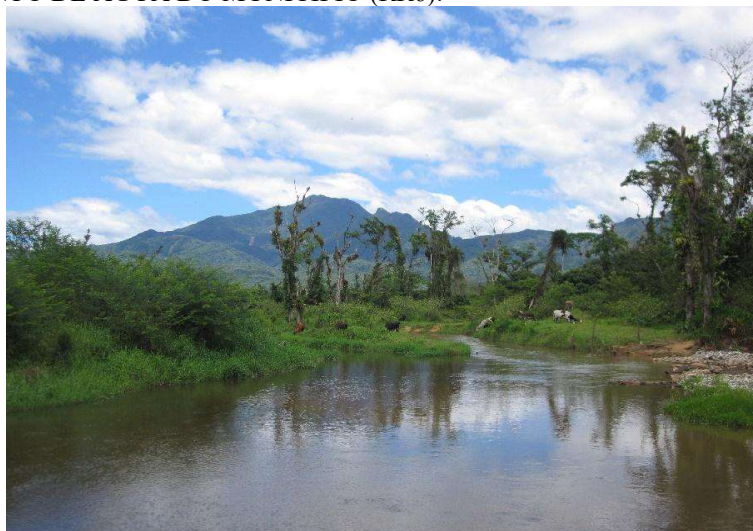
FIGURA 30 - NÍVEL DE FUNCIONALIDADE DO RIO RIBEIRÃO.



FONTE: A autora (2017).

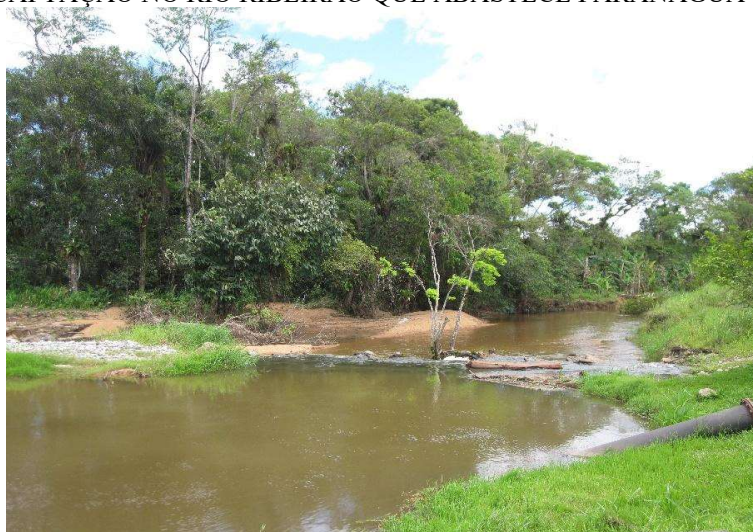
Diante da proximidade com as águas salobras, o RR8 foi o último ponto de observação monitorado na BHRR, pois a metodologia não permite o uso em águas que sofrem influências das marés, devido a sua instabilidade.

FIGURA 31 - ENCONTRO DOS RIOS RIBEIRÃO E CACHOEIRA, PRINCIPAL MANANCIAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO (RR6).



FONTE: A autora (2017).

FIGURA 32 - CAPTAÇÃO NO RIO RIBEIRÃO QUE ABASTECE PARANAGUÁ (RR6).



FONTE: A autora (2017).

As captações do rio Miranda e do rio Santa Cruz, embora integralmente protegidas pelo PNSHL, estão em áreas de alta fragilidade, com alto potencial de ocorrência dos conhecidos fenômenos de trombas d'água, com deslizamentos e movimentos de massa, que na região são comuns. Nas FIGURAS 5, 16, 19, 20, 25 e 29 estão registrados os movimentos de massa que ocorreram durante o evento climático extremo que ocorreu em março de 2011, atingindo praticamente toda a BHRR. O evento destruiu as três estruturas de captação da bacia e deixou o município sem água durante duas semanas, demandando posteriormente alguns meses de obras emergenciais para que o sistema de abastecimento fosse normalizado

TABELA 7 - NÍVEL DE FUNCIONALIDADE DOS TRECHOS EM PORCENTAGEM.

Nível da funcionalidade	Julgamento da funcionalidade	Margem Esquerda		Margem Direita	
		metros	%	metros	%
I	excelente	1.000	7%	600	4%
I-II	excelente-bom	0	0%	400	3%
II	bom	3.800	27%	3.100	22%
II-III	bom-razoável	2.500	18%	2.650	19%
III	razoável	3.450	24%	4.000	28%
III-IV	razoável-ruim	1.700	12%	2.500	18%
IV	ruim	1.650	12%	850	6%
IV-V	ruim-péssimo	0	0%	0	0%
V	péssimo	0	0%	0	0%
Total		14.100 m		14.100 m	

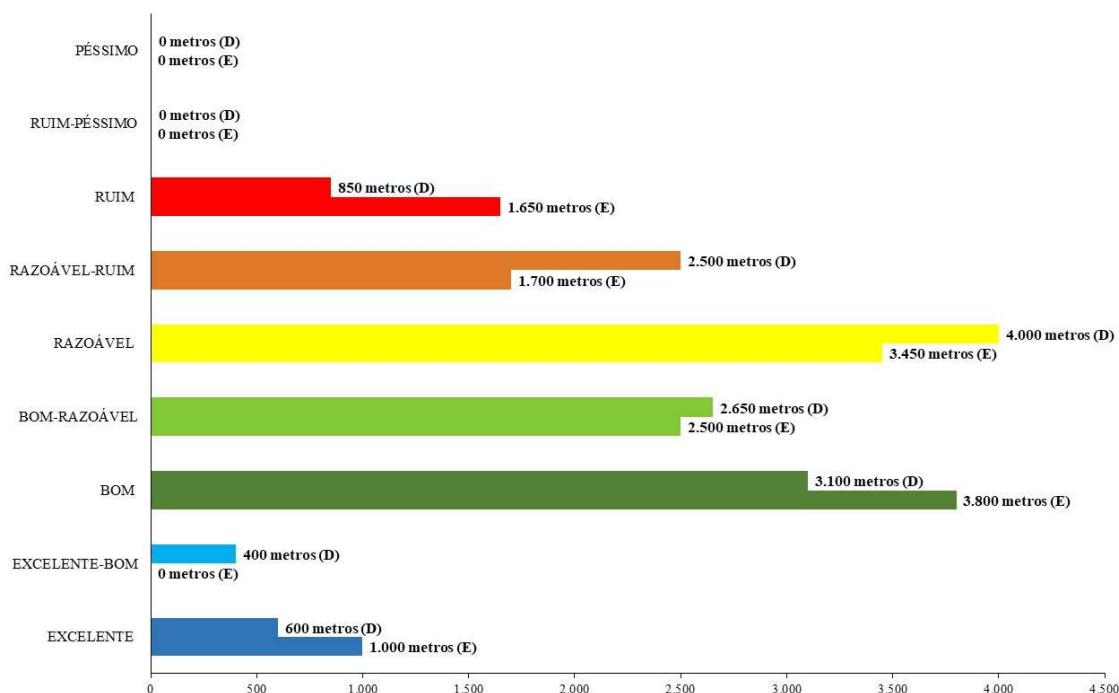
FONTE: A autora (2017).

Anteriormente aos deslizamentos, segundo o Atlas de Abastecimento de Água (ANA, 2010), o abastecimento de água do município era realizado através de um sistema isolado que compreendia três captações tipo Fio d'Água/Tomada Direta (rios Cachoeira com 200 L/s, Santa Cruz com 155 L/s e Ribeirão com 180 L/s) e mais uma captação tipo barragem (rio Miranda com 80 L/s).

Em um contexto integrado, a BHRR apresentou-se com distintos graus de funcionalidade fluvial. A maior parte dos trechos analisados encontram-se com funcionalidade entre bom e razoável e em menor grau entre razoável-ruim e ruim (FIGURA 33). Em grande medida o PNSHL e seu entorno imediato é o responsável por garantir a integridade da bacia, porém existem trechos, especialmente localizados nas UP 2 Rural Submontana e UP3 rural planície que, embora com pressões antrópicas acentuadas, podem ser recuperados de maneira a resgatar sua funcionalidade, medidas estas que devem ser prioritárias para a manutenção do serviço ecossistêmico.

A captação do RR (FIGURAS 9, 24, 31 e 32), também afetada no episódio descrito (FIGURA 5) sofre diretamente as consequências destas fragilidades, especificamente em relação ao assoreamento e entulhamento do canal, demandando constantes ações de manutenção. Na FIGURA 29 percebe-se o efeito “barragem” que os aterros das rodovias BR-277 e PR-508 tiveram sobre a bacia, tanto pelo confinamento das vazões excedentes no reduzido espaço entre as cabeceiras de ponte, quanto pelo bloqueio e soerguimento do fluxo freático.

FIGURA 33 - EXTENSÃO DOS TRECHOS ANALISADOS POR NÍVEL DE FUNCIONALIDADE.



FONTE: Elaborado pela autora (2017).

Essas modificações causaram interferência na dissipação de energia hidráulica das vertentes da serra, potencializando os processos de assoreamento, o que significou um aumento na probabilidade de enchentes e modificações nos cursos dos rios da planície, com a consequente destruição de áreas de lavouras. Este fator antrópico de alta hemerobia determinou inclusive a distinção das UP segundo os critérios que utilizamos.

Manancial de abastecimento *versus* empreendimento

Como mencionado anteriormente, a região da BHRR está sendo especulada para a instalação do empreendimento da Terminal Logístico Paranaguá (TLP) a partir de um projeto denominado Estação Truck, que prevê a construção de um pátio de estacionamento para três mil caminhões, com serviços e conveniências para o retroporto. O projeto prevê serviços de hospedagem e alimentação para os motoristas, bem como, serviços de manutenção e abastecimento de combustível para os caminhões. A área pretendida para o projeto, corresponde a 250 ha e está localizada no entroncamento da BR-277 com a PR-508, em Paranaguá (FIGURA 2). Conforme o croqui apresentado pelo empreendedor verificamos uma grande área a ser aterrada e compactada, justamente no

entroncamento das rodovias, o que irá potencializar todos os efeitos deletérios dos aterros anteriores, já estudados e documentados (BIGARELLA, 2008; MINEROPAR, 2011).

A obra afetará diretamente a dinâmica hidrológica da UP2 e da UP3, bem como as características ecossistêmicas da bacia como um todo, incluindo os manguezais (UP4) a jusante. Entretanto, os estudos apresentados no “Relatório Ambiental Prévio - TLP Terminal Logístico de Paranaguá” (RAP, 2014) são restritos a prospecções do lençol freático e diagnóstico hidrogeológico na área do empreendimento. Não há referências aos efeitos a jusante e a montante, que deveriam ser estudados sobretudo por tratar-se de uma área de manancial de abastecimento público. Sobre este fato, o RAP (2014) é enfático ao afirmar que atenderá a legislação ao instalar um sistema de tratamento de efluentes e sua disposição final a jusante do ponto de captação, e que atuará em colaboração com a concessionária da rodovia PR-508 e órgãos públicos para melhorias na região de captação.

A análise da paisagem demonstrou claramente que o aumento da hemerobia em cada uma das UP altera significativamente as funções ecossistêmicas, e um empreendimento deste porte certamente terá fortes consequências nas UP 2, 3 e 4, principalmente sobre as funções ecossistêmicas que garantem a qualidade e a quantidade da água, inviabilizando sua função como manancial, como ficou evidente através da aplicação do IFF nos rios que compõem a bacia. Isso nos permite questionar as definições de Área Diretamente Afetada (ADA), Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII) propostas no referido relatório (RAP, 2014, p.25). Pode-se considerar que esta área de manancial jamais poderia ser licenciada, sobretudo através de um estudo de pouca abrangência como o RAP (2014), que sequer apresenta medidas mitigadoras e compensatórias ou alternativas locacionais. Mais do que isso, com base nas duas metodologias aplicadas neste trabalho, toda a área de entorno do PNSHL deve ser reservada para atividades de baixo impacto ambiental e para modelos de agricultura que não utilizem insumos químicos, sob o risco de contaminação do manancial. A restrição para uso e ocupação industrial deve ser observada para garantir a manutenção dos serviços ecossistêmicos que garantem o abastecimento das cidades litorâneas, especialmente dos municípios de Paranaguá, Pontal do Paraná, Matinhos e parte de Guaratuba.

Atualmente o processo de licenciamento está suspenso e o Ministério Público Estadual do Paraná, questiona o procedimento de licenciamento prévio do empreendimento, com base em diversas considerações respaldadas na legislação de ordenamento territorial e na legislação ambiental. Neste sentido, se fez necessário avaliar

os interesses da coletividade contra um projeto de empreendimento que não considerou a existência do principal manancial de abastecimento na localidade. Além disso, tampouco considerou a existência do PNSHL, UC que será diretamente afetada e que representa uma das mais importantes áreas naturais protegidas da Mata Atlântica do sul do Brasil, provedora e protetora do principal serviço ecossistêmico de interesse coletivo de Paranaguá, a água.

5 DISCUSSÃO

O caso analisado traz o que Milani (2009) chama de "os múltiplos territórios das redes, organizações e movimentos transnacionais". Para ele, pelo menos dois aspectos fundamentais caracterizam as tensões contemporâneas engendradas pelos processos de globalização: a presença expressiva de atores não-governamentais na política e o desenvolvimento de relações transnacionais organizadas de forma reticular. Milani (2009) defende que são as dimensões do poder e do conflito que permitem, constantemente, reavaliar os aspectos qualitativos e extensivos da globalização, que têm acentuado as desigualdades sociais em vários recortes dos sistemas (emprego, distribuição da riqueza, educação e saúde, migração, entre outros).

O município de Paranaguá é uma das maiores fronteiras internacionais do Brasil, onde ocorrem os serviços logísticos de exportação de *commodities*, especialmente grãos, e importação, especialmente de fertilizantes e agrotóxicos. Palco das relações de globalização, suas entidades de origem local se organizam e se configuram para prover serviços e neste cenário o setor de logística é destacadamente o mais relevante. Porém, ávidos por ampliar os sistemas logísticos que o mercado global demanda, colocam em risco o abastecimento de água do município e o funcionamento do próprio setor industrial portuário.

Para Zhouiri & Oliveira (2006) os projetos industriais concebidos no âmbito de uma política de desenvolvimento voltada para o crescimento econômico são concentradores de "espaço ambiental". A homogeneização que provocam no espaço reflete uma visão monocultural que ameaça uma heterogeneidade de modos não-industriais de viver e de utilizar os recursos, gerando uma distribuição ecológica desigual. Corroborando com esta ideia, Santos (2008), nos remete a compreender o processo de produção de vulnerabilidades e de conflitos ambientais no Brasil como sendo resultado das modernizações atuais, nas quais a criação dos sistemas tecnológicos conduzidos pela grande indústria está representada pelas empresas multinacionais e os seus suportes.

As metodologias aqui aplicadas atestam a importância de se monitorar a bacia hidrográfica de forma integrada, sistêmica e preditiva, com vistas a governança da água (TUNDISI, 2008). Este monitoramento se faz ainda mais urgente a partir dos resultados que foram obtidos, e tendo-se em vista a pressão política e privada a que a área está sujeita. Para o autor, uma base de dados consolidada e transformada em instrumento de gestão pode ser uma das formas mais eficazes de enfrentar o problema de escassez de

água, estresse de água e deterioração da qualidade. Ainda, ressalva que a solução para o enfrentamento das consequências dos efeitos das mudanças globais nos recursos hídricos e adaptar-se a essas alterações, promovendo uma melhor governança em nível de bacias hidrográficas, desenvolvendo tecnologias avançadas de monitoramento e gestão, ampliando a participação da comunidade nessa gestão e no compartilhamento dos processos tecnológicos que irão melhorar a infraestrutura do banco de dados e dar maior sustentabilidade as ações.

5.1 HEMEROBIA E FUNCIONALIDADE FLUVIAL

O uso de conceito de UP se mostrou muito eficiente quando associado à análise do grau de hemerobia da Bacia Hidrográfica do Rio Ribeirão. Foi possível detectar que quanto menor a altitude do relevo, maior o grau de hemerobia. Assim, a UP1 serrana, foi a que apresentou o menor grau de hemerobia e as UP4 e UP5 manguezal e expansão urbana apresentaram-se com o maior grau. A UP1 conta ainda com a proteção do PNSHL, unidade de conservação de proteção integral, que, entre outros objetivos de conservação, é destinado a proteção de recursos hídricos. Kröker et al., (2005), ao aplicar o conceito de hemerobia no planejamento de paisagens urbanizadas de Curitiba destacam que as mudanças no uso e cobertura da terra são os mais importantes dos componentes que estão afetando os sistemas ecológicos, criando um mosaico de unidades de paisagem com diferentes graus de transformação. Para estes autores, o acompanhamento da dinâmica das paisagens, classificando-as quanto ao grau de interferência humana, ou seja, graus de hemerobia, faz parte do conjunto de técnicas de monitoramento ambiental.

É neste sentido que o conceito de hemerobia tem sido aplicado para classificar paisagens em relação aos graus de naturalidade e artificialidade, o que pode fornecer a base para a formulação de princípios para o planejamento e gestão territorial (KRÖKER et al., MOLETTA et al., 2005; FÁVERO et al., 2008; PRICHOA e FREITAS, PEREIRA et al., 2011; SILVA e NUCCI, 2016). Nesta mesma direção, o estudo de Fávero et al., (2008) foi aplicado na bacia hidrográfica do rio Sorocaba identificando 35 UP que apresentaram 5 diferentes graus de hemerobia. A maior parte das UP (65% da área da bacia) apresentou predominância de pastagens entremeadas a campos antrópicos em seus usos da terra, atividades que produzem modificações moderadas a fortes nos sistemas naturais, tendo média contribuição para a conservação da natureza. Em nosso estudo, observamos o mesmo em relação a UP2, localizada no entorno do PNSHL e a UP4 que

integra uma área de manguezais. Porém, assim como Fávero et al., (2008) observou para a BH do rio Sorocaba, o presente estudo destaca que grande extensão de sua BH possui tendência para homogeneização da paisagem em algumas UP, o que já tem como consequência a redução nos fluxos de funções da natureza por elas oferecidas. Este foi o caso particular da UP3 rural planícies e UP5 expansão urbana. Um empreendimento industrial localizado no entorno de um parque nacional e em áreas rurais terá drásticas consequências nestas já alteradas paisagens.

Usos da terra mais modificadores e artificializadores, desde cultivos comerciais até graus diversos de urbanização, podem desestruturar os sistemas naturais, comprometendo sua capacidade de recuperação e desafiando a proteção da natureza. Já usos antrópicos menos modificadores, como por exemplo, a silvicultura e usos recreativos como turismo controlado, são oportunidades para a conservação da natureza (FÁVERO et al., 2008). No caso em tela, tal projeto de uso da terra para o setor industrial logístico portuário de Paranaguá, que, sem a devida e cuidadosa análise de impactos ambientais, pode comprometer completamente as funções da natureza destas UP com severas consequências não apenas para os ambientes naturais, como rurais e urbanos, comprometendo o abastecimento público e industrial e a agricultura familiar praticada na Colônia Santa Cruz, esta que tem sido a vocação mais adequada para o entorno do PNSHL. Além disso, por tratar-se de uma BH que possui uma UP com proteção integral (PNSHL) e outras duas UP com o uso da terra para pequenas propriedades rurais, onde destacam-se cultivos comerciais e de subsistência, seria apropriado destiná-las para atividades de baixo impacto antrópico. Especialmente o turismo rural, o turismo ecológico e o turismo de base comunitária e o uso da terra para cultivos agroecológicos.

A análise dos graus de hemerobia do BHRR vem de encontro com os resultados obtidos por Souza et al., (2011), que avaliou o mapeamento da antropização na BH do rio Boa Vista em Rondônia, para os quais a manutenção da qualidade nas BH tem nas florestas um importante papel no equilíbrio natural dos ecossistemas e na dinâmica do ciclo hidrológico. Há, portanto, necessidade de implementação de programas e projetos que visem a recuperação das matas ciliares da bacia, especialmente nas UP 2, 3 e 5, que se encontram degradadas e que sofreram as consequências do desastre de marco de 2011 (FIGURA 5), um severo agravante em sua capacidade de resiliência. Segundo Souza et al., (2011) o elevado grau de antropização alerta para problemas ambientais diversos, cujo cenário se repete em muitas bacias estaduais de Rondônia, o que também pode ser verificado no litoral paranaense.

Em relação a funcionalidade fluvial do BHRR, os resultados corroboram aqueles obtidos pela análise dos graus de hemerobia da bacia. Portanto, entende-se que os impactos sobre o ambiente observados pela ausência da cobertura vegetal na BH se dão sobre os usos da água, sobre a sociedade e sobre o meio ambiente. Apesar de comumente estes impactos serem descritos e estudados em suas formas individualizadas, nas BH eles não ocorrem isoladamente, mas são resultados da integração de diferentes efeitos (PORTO e TUCCI, 2009).

Os resultados obtidos pelo IFF podem alimentar um banco de dados georreferenciado e serve como um instrumento valioso para o monitoramento e planejamento das intervenções que o rio precisa, considerando suas necessidades ecológicas e funcionais (SILIGARDI et al., 2007; MONAUNI et al., 2015). Assim como os Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (BIZZO et al., 2014), o IFF proporciona análises qualitativas não apenas de rios, mas também dos ecossistemas nos quais estão inseridos. Da mesma forma, aportam um *checklist* que avaliam parâmetros selecionados que permitem obter uma pontuação dos estados de conservação em que os rios se encontram (BIZZO et al., 2014).

No caso do IFF um dos parâmetros mais facilmente diagnosticado trata da presença da mata ciliar e da estabilidade das suas margens. Assim como fora evidenciado por meio da aplicação do conceito de hemerobia, pudemos observar que a BHRR se encontra com diversos graus de perturbação, que variaram entre as funcionalidades excelente e ruim, sendo os trechos de rios presentes no interior do PNSHL os considerados excelentes. Embora o PNSHL tenha sofrido impactos dos desastres de 2011 (FIGURAS 5, 16, 19, 20, 25 e 29), que resultou em trechos de rio com qualidade ruim devido a destruição de suas margens ciliares e aporte de sedimentos, é inegável sua importância como sistema provedor deste bem comum. Em um estudo conduzido por Medeiros et al., (2011) sobre a contribuição das UC para a economia nacional, os autores atestam que cerca de 34,7% (1.326.879.131 m³) do volume anual não sazonal de captação de água (3.819.610.238 m³) são provenientes de fontes de captação localizadas dentro ou a jusante de UC Federal. O estudo demonstra ainda que cerca de um terço das maiores cidades do mundo obtém uma proporção significativa de sua água potável diretamente de áreas florestadas.

A metodologia aplicada revelou ser uma ferramenta de avaliação qualitativa de sistemas hídricos superficiais de grande valia especialmente para a compreensão de parâmetros que possam ser utilizados em monitoramento e avaliação ambientais

acessíveis e eficazes socialmente. Apesar do IFF ser uma ferramenta de análise holística, é notável que sua aplicação providencia análises integradas da vegetação ciliar. Em relação a estas fisionomias da paisagem, é reconhecido que as matas ciliares mantem o equilíbrio hidrológico por meio da estabilização das ribanceiras do rio, através do emaranhado de raízes, do controle do aporte de nutrientes e de produtos químicos aos cursos d'água, da filtragem e do controle da alteração da temperatura no ecossistema aquático e da formação de barreiras para o carreamento de sedimentos para os cursos d'água, evitando o assoreamento das bacias hidrográficas, além disso são fundamentais para proporcionar alimentação para os peixes e outros organismos vivos (MEDEIROS et al., 2011). Ainda influencia no processo de infiltração durante as chuvas, ou seja, a conservação da vegetação ajuda na absorção da chuva enquanto uma vegetação degradada possui baixo potencial de absorção, o que condiciona o aumento do escoamento superficial, provocando erosões, e também, o aumento da carga de sedimentos do rio (CALLISTO et al., 2002; TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2010).

Os parâmetros observados e aplicados na análise do protocolo IFF foram fundamentais para a compreensão da área de estudo, possibilitando a interação da análise da hemerobia e IFF com o ecossistema envolvido. Assim como destacaram Hannaford et al., (1997), a observação detalhada dos parâmetros do habitat e como eles funcionam são necessários para a obtenção dos resultados, que podem ter erros dirimidos se o observador for treinado corretamente. A avaliação ambiental da BHRR evidencia o que já é consenso: que a integridade dos ecossistemas aquáticos responde às atividades humanas que afetam a bacia de drenagem.

No caso em foco ficou claro que as APP são de fundamental importância na gestão das bacias hidrográficas, pois contribuem para a estabilidade dos ciclos hidrológicos e biogeoquímicos visando dar condições de sustentabilidade à agricultura em especial (BORGES et al., 2011). Para este autor intervenções na APP para abertura de novas áreas agrícolas comprometerá, no futuro, a reposição de água nos aquíferos, a qualidade da água superficial e subterrânea, perda de solo, ameaças da saúde humana e degradação dos mananciais, além de comprometer a produção de alimentos (TUNDISI, 2008). Já segundo, Tundisi e Matsumura-Tundisi (2010), o papel regulador dos ciclos realizado pela APP é fundamental para a manutenção do equilíbrio ecológico. Estudos conduzidos por Salati e Vose (1984), concluíram que a manutenção de 65% da vegetação natural de uma bacia, garante 50% do volume médio do rio. No estudo realizado, consideramos que a agricultura familiar é uma atividade compatível com a conservação

dos bens hídricos, desde que esta possa ter assistência técnica para proteção ou restauração da vegetação que recobre as margens dos rios, porém os efeitos adversos irreversíveis a esta bacia e que poderão comprometê-la são os advindos da instalação de projetos industriais.

Embora, a BHRR esteja inserida em grande medida na zona rural, não observamos ao longo desta pesquisa, medidas de recuperação da vegetação ciliar dos rios, que este estudo evidenciou estarem em trechos considerados com funcionalidade considerada ruim, tampouco identificamos políticas públicas em curso na região para este fim, além da obrigatoriedade dos pequenos produtores rurais terem que realizar o Cadastro Ambiental Rural, uma exigência do Novo Código Florestal. Após as mudanças ocorridas no Código Florestal, mais do que nunca é preciso que a legislação brasileira incorpore o caráter protetor e de preservação das APP. Neste sentido Metzger (2010), apresenta uma ampla literatura científica que mostra o comprometimento das APP relacionada a redução do grau de exigências normativas destas áreas e o consequente prejuízo ao patrimônio genético brasileiro.

5.2 A CRISE HÍDRICA DE PARANAGUÁ

Com base nos resultados expostos, é possível identificar que o município de Paranaguá se encontra próximo a uma crise hídrica de severas proporções, pois atingirá o abastecimento público da cidade. O agravante deve-se ao fato das bacias de captação atuais estarem em grande medida comprometidas em relação ao seu estado de conservação e ao fato do Município ter sua economia baseada no setor de logística portuária, em franco processo de ampliação, o que demanda muito mais recursos hídricos do que a capacidade de provimento.

A demanda por água no município de Paranaguá está diretamente relacionada ao setor agrícola de larga escala industrial, visto que a cidade de Paranaguá se desenvolve a partir de um modelo de exportação de *commodities* e importação de insumos para a agricultura (ABRAHÃO, 2011). É sabido que o setor agropecuário brasileiro contribui com 5,2 % do PIB nacional, porém, é um setor completamente dependente da água e, portanto, da conservação deste bem comum.

Segundo Medeiros et al., (2011), as florestas amenizam os efeitos das enchentes e impedem a erosão de terrenos montanhosos, prevenindo a queda de barreiras. No caso de Paranaguá, podemos afirmar que a vegetação presente nas encostas do PNSHL, exerce

um efeito positivo na sua estabilidade, o que vem a ser estratégico na manutenção das atividades econômicas do município. Partindo deste princípio, o impacto das UC na produção e conservação de recursos hídricos foi sistematizado por Medeiros et al., (2011), em três pontos básicos: i) todas as atividades econômicas dependem do uso de água e, para a maioria delas, a qualidade deste recurso é um requisito essencial; a qualidade da água está em geral diretamente relacionada ao percentual de cobertura vegetal existente em sua bacia hidrográfica. ii) a presença de UC constitui um meio importante para garantir a oferta de água atual e futura em termos de quantidade e qualidade para os diversos usos da sociedade. iii) nas bacias hidrográficas e mananciais com maior cobertura florestal, o custo associado ao tratamento da água destinada ao abastecimento público é menor do que o custo do tratamento em mananciais com baixa cobertura florestal. Neste sentido, é importante o papel protetor cumprido pelas APP, que envolvem nascentes, veredas, encostas, topos de morro e matas ciliares. De acordo com o Código Florestal, estas áreas protegidas por lei, com ou sem vegetação ciliar, possuem funções ambientais de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

A situação da BHRR, por ser o principal manancial de abastecimento para os diversos setores de Paranaguá, exige uma mudança de percepção por parte dos seus gestores municipais e estaduais para a recuperação do rio e seus afluentes. Esta proposição, de acordo com os preceitos de Tundisi e Matsumura-Tundisi (2008), acentuam a necessidade de uma abordagem sistêmica, integrada e preditiva na gestão das águas com uma descentralização para a bacia hidrográfica. Nosso estudo, providencia o início de uma base de dados necessária como instrumento de gestão. Para Tundisi e Matsumura-Tundisi (2008), esta base consolidada pode ser uma das formas mais eficazes de enfrentar o problema de escassez de água, estresse de água e a deterioração da qualidade.

Corroborando com Tundisi et al., (2008), destacamos que os principais problemas e processos relacionados a crise da água em Paranaguá são relacionados a: i) intensa urbanização da cidade que avança para a área rural e se expande industrialmente sobre áreas de mananciais, proporcionando aumento pela demanda da água tanto para abastecimento público como para o desenvolvimento econômico, amplificando a descarga dos recursos hídricos contaminados, conforme verificado na UP5, área de maior Euhemerobia detectada; ii) estresse e escassez de água em razão das alterações na

disponibilidade e aumento de demanda, especialmente para o setor industrial portuário; iii) infraestrutura pobre e em estado crítico, atestadas pelas péssimas condições observadas nas áreas de captação, realizada pela empresa Paranaguá Saneamento (FIGURA 11); iv) problemas de estresse e escassez em razão de mudanças globais com eventos hidrológicos extremos, aumentando a vulnerabilidade da população humana e comprometendo a segurança alimentar, tal qual ocorrido em 11 de março de 2011 e v) problemas na falta de articulação e ações consistentes na governabilidade de recursos hídricos e na sustentabilidade ambiental, notavelmente a ausência do Comitê de Bacias Hidrográficas atuante na região e livre de influência política.

Para contornar esta problemática, que não se restringe ao município de Paranaguá, mas é comum às principais bacias brasileiras, torna-se indispensável, conforme aponta Alvim et al., (2015), a instituição de novos instrumentos urbanos e ambientais no sentido de introduzir um processo de planejamento e gestão das bacias hidrográficas, que tenha como princípio fundamental a integração sistêmica e o envolvimento de um processo negociado e compartilhado entre os principais atores e instituições. Segundo os autores, trata-se de implementar um novo olhar sobre as bacias hidrográficas, no qual se busca aliar ações de preservação e de recuperação ambiental urbana, num processo de diálogo permanente com os principais atores e instituições regionais e locais.

Mais do que levantar as questões do habitar e do preservar se faz necessário planejar com muita responsabilidade civil e social onde um setor industrial deve se localizar, devido a sua potência geradora de impactos sociais, ambientais, ecológicos e econômicos. No caso de Paranaguá não é possível conciliar o desenvolvimento industrial direcionado sobre Zona de Proteção de Mananciais (ZEE, 2016), tampouco são admitidas alterações e flexibilizações nas legislações relacionadas ao Plano Diretor (PDDI) no sentido de direcionar parte dos seus setores de logística para áreas de entorno de UC de proteção integral, pois é justamente nestas áreas que se encontram as áreas de mananciais. Acima de tudo a bacia hidrográfica é uma unidade de gestão de território, essencial para o desenvolvimento da sociedade humana e para a manutenção ecossistêmica.

5.3 DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL E BENS COMUNS HÍDRICOS NO LITORAL DO PARANÁ

Os aspectos qualitativos das águas tornam-se cada vez mais importantes ou tão importantes em muitas regiões desenvolvidas ou muito povoadas do mundo, quanto os

problemas tradicionais de escassez quantitativa, natural ou engendrada pelo crescimento acelerado ou desordenado das demandas locais (REBOUÇAS, 2002, p. 26).

Como já mencionado, o Brasil destaca-se no cenário mundial pela grande descarga de água doce dos seus rios, cuja produção hídrica, $177.900\text{m}^3/\text{s}$ e mais $73.100\text{m}^3/\text{s}$ da Amazônia internacional, representa 53% da produção de água doce do continente sul americano e 12% do total mundial. Tais números suntuosos, segundo Rebouças (2002), além de revelar a abundância deste bem comum, dão suporte a uma cultura do desperdício de água disponível e baixo nível de investimentos necessários ao uso e proteção, o que se relaciona com a pequena valorização econômica, caracterizando como um bem de livre acesso de uso comum. Estas afirmativas são observadas na BHRR, onde não existem ações e investimentos para a proteção da bacia de abastecimento de Paranaguá, pelo contrário, coexistem na paisagem propostas e ações para implementar setores de logística portuária, especificamente um Terminal Logístico para atender caminhões (ver página 82), que poderá comprometer significativamente a integridade da bacia, conforme os resultados deste estudo apontam.

Diversos autores têm sido unânimes em dimensionar a complexidade que o assunto aporta (REBOUÇAS, 2002; TUNDISI, 2008; PORTO e PORTO, 2008; ALVIM et al., 2015; DOBROVOLSKY e RATTIS, 2015). Para Rebouças (2002), uma avaliação para o problema de água de uma determinada região já não pode se restringir a um simples balanço entre oferta e potenciais, mas deve abranger os seus inter-relacionamentos geoambientais e socioculturais, em especial, as condições de uso e conservação de seus recursos naturais em geral, e de água, em particular, de uso e ocupação do território - tanto urbano como rural - tentando alcançar e garantir a qualidade do desenvolvimento sustentado. Rebouças (2002), defende que:

É justamente, o conhecimento das características de variabilidade - no tempo e no espaço - das chuvas e descargas dos rios, os fatores ambientais, socioculturais de uso e conservação da água, em particular, e do espaço físico em geral, que permite planejar as ações e evitar ou atenuar os efeitos do excesso ou falta de água. Ignorá-los ou não levá-los em conta, pode ter como consequência a crise de água - quantitativa ou qualitativa - que tem sido amplamente manipulada e sofridamente tolerada (Rebouças, 2002, p. 32).

Ao considerarmos o território como condição dos processos de desenvolvimento (Saquet, 2007) e reconhecer a dimensão territorial do desenvolvimento (Cunha, 2008), estamos de acordo com a ideia de território enquanto construção social de atores que habitam espaços que, por definição, são heterogêneos e apresentam recursos tangíveis e

intangíveis. Nessa abordagem territorial, pensar o desenvolvimento deve necessariamente, levar em consideração a disponibilidade de recursos, a cultura e o “saber fazer” dos coletivos que em seus territórios, imaginam soluções sustentáveis aos problemas que encontram em relação ao uso dos recursos (HUBERT e BILLAUD, 2011).

Para Rebouças (2002), o que mais falta no Brasil não é água, mas determinado padrão cultural que agregue ética e melhore a eficiência de desempenho político dos governos, da sociedade organizada *lato sensu*, das ações públicas e privadas, promotoras do desenvolvimento econômico em geral e da sua água doce, em particular. Este fato é perceptível em relação a ação da Prefeitura de Paranaguá e do Governo do Estado em apoiar e subsidiar mudanças em suas legislações para beneficiar empreendimentos em nível regional.

Considerando que uma gestão integrada de bacias hidrográficas pressupõe orientações sistêmicas, há que se considerar enquanto enfoque e tecnologia de planejamento, o ecodesenvolvimento. Aqui de caráter preventivo-adaptativo vinculado necessariamente a absorção gradual de instrumentos de análise sistêmica (VIEIRA, 2002, p. 52). Ecodesenvolvimento designa, num primeiro momento, um estilo de desenvolvimento aplicável a projetos localizados não só em áreas rurais, mas também urbanas, oposto a diretriz mimético-dependente tradicionalmente incorporado pelos países pobres, orientado prioritariamente pela busca de satisfação de necessidades básicas e pela promoção da autonomia (*self-resilience*) das populações envolvidas no processo. Para Vieira (2002):

A integração da problemática ambiental continua a ser pensada não só como uma coação substantiva as margens de liberdade do esforço de planejamento, mas também como um potencial mais ou menos relevante de recursos disponíveis em cada contexto ecológico e social, potencial este a ser identificado e valorizado por meio da pesquisa científica de ponta associada ao saber tradicional das populações. A percepção do meio ambiente enquanto potencial desconhecido ou pouco explorado de recursos mobilizáveis para a satisfação de necessidades básicas, condiciona, portanto, a formação de uma base social de apoio à preservação da qualidade ambiental. (VIEIRA, 2002, p. 54-55).

Ainda segundo Vieira (2002), num segundo momento, o conceito de ecodesenvolvimento designa também um enfoque de planejamento participativo de estratégias plurais de intervenção, adaptadas a contextos socioculturais e ambientais específicos.

De acordo com as constatações relativas à escassez da água levantadas por este trabalho e constatadas através de duas metodologias diferentes, mas que corroboram seus

resultados e, diante de um panorama de expansão dos setores produtivos portuários do município de Paranaguá, as indicações teóricas aqui elencadas associadas com os resultados práticos obtidos, direcionam a problemática para um planejamento participativo do território com vistas ao ecodesenvolvimento. Vieira (2016) indica que indícios de experimentos inéditos, “mas ainda embrionários”, com novos modos de vida, que chegam a romper pela base com a retórica e com as práticas da mundialização neoliberal, começam a ser detectados em praticamente todas as latitudes.

O litoral do Paraná já expressa algumas experiências neste sentido, até mesmo na BHRR, onde pequenos produtores comercializam produtos orgânicos em Sistemas Agroflorestais, iniciativa que deve ser incentivada. Outras experiências têm sido relatadas na literatura para a região, é o caso na microbacia do Rio Sagrado em Morretes, na vertente oeste da mesma Serra da Prata e igualmente entorno do PNSHL (GRIMM; SAMPAIO et al.; SOUZA et al., 2016). Todas estas experiências no rio Sagrado são pesquisas com enfoque inter e transdisciplinares apoiados na pesquisa-ação, que trazem resultados reais a partir das experiências de educação para o ecodesenvolvimento, realizadas no território da microbacia do rio Sagrado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água doce é de importância vital aos ecossistemas e apresenta características de qualidade muito variadas. Para a sua gestão, é necessário incorporar fundamentos teóricos-metodológicos que compreendam as dimensões éticas, sociais e ambientais que envolvem o acesso e o uso da água. As metodologias utilizadas neste estudo, nos apontam resultados importantes, que podem ser utilizados como ferramenta na tomada de decisões de planejamento ambiental e ordenamento territorial no município de Paranaguá, no caso indicam a restauração e a proteção da bacia como um todo e a atenção para a vocação para o desenvolvimento de atividades compatíveis para uma zona de mananciais localizada no entorno imediato de um parque nacional.

Essas informações podem subsidiar estudos que estão em fase de elaboração, como o Plano de Manejo do PNSHL, o Plano Estadual de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica Litorânea bem como planejamentos da SEMA/PR e ações para a real efetivação do CBHL. Com base nos resultados levantados, que indicam a preocupação com a escassez de água em nível regional, ações prioritárias devem ser conduzidas nesta bacia.

O estudo da evolução da paisagem por meio dos conceitos de UP e Hemerobia revelou-se bastante apropriado para a equação dos complexos fenômenos de transformação ambiental, permitindo relacionar fatos ambientais e sociais em uma abordagem territorial integrada. Além disso é uma ferramenta de fácil aplicação e de baixo custo que viabiliza o monitoramento da paisagem. O método foi ainda eficaz para mostrar os graus de perturbação antrópica na paisagem e também como uma ferramenta útil para o planejamento ambiental ecoregional e eficiente na compreensão do uso e a ocupação do solo da bacia. A hemerobia, nos mostrou uma paisagem com diferentes graus de alteração antrópica, mas igualmente impactada por eventos climáticos extremos, o que é um agravante de extrema relevância uma vez que nossos resultados evidenciam que estes afetaram a resiliência da bacia como um todo, o que traz severas consequências para o provimento de água de um modo ampliado.

Os resultados indicam que a manutenção da resiliência da bacia só é possível devido a existência de uma unidade de conservação de proteção integral, uma vez que é em sua área serrana que nascem os afluentes que compõem a bacia. Já a unidade de conservação de uso sustentável, a APA de Guaratuba, não mostrou evidências de estar contribuindo para a conservação dos recursos hídricos, um dos seus objetivos de criação

da categoria APA, segundo o SNUC, dado que não é perceptível nas ações de gestão em seus limites, mesmo estes tendo sido severamente atingidos pelos deslizamentos de massa e detritos ocorridos em março de 2011.

O estudo apontou que a bacia de abastecimento de água do Rio Ribeirão está severamente afetada pelas diferentes formas de uso da terra, indicando tendências de comprometimento de sua hemerobia, caso o uso da terra seja alterado para atender interesses industriais do município de Paranaguá. Atualmente as áreas de planície encontram-se mais afetadas por pastagens e em alguns casos sem qualquer cobertura de mata ciliar, mas de uma forma geral, a bacia sofre com o aporte de sedimentos oriundos dos deslizamentos de massas e detritos já mencionados.

Apesar das diferentes normativas legais que incidem sobre a região, detectou-se ameaças de diversas naturezas, que já estão comprometendo o abastecimento público da maior cidade do litoral do Paraná, como i) ausência de vegetação ciliar em grandes trechos de rios conforme os resultados do IFF indicam; ii) a vulnerabilidade natural da região devido ao seu relevo acidentado e sujeito a desastres naturais que já estão comprometendo a integridade da bacia, como o ocorrido em 11 de março de 2011; iii) a alteração artificial das unidades de paisagem promovidas pela rodovia Alexandra-Matinhos; e iv) a existência de interesses políticos sobre a região, principalmente por empresas de logística industrial retro portuária.

O estudo nos permitiu verificar a tímida e lenta articulação institucional na promoção e conservação dos recursos bem como na recuperação das áreas degradadas da bacia e a incorporação de políticas públicas protetivas, frente à rapidez dos processos de desterritorialização que vem sendo promovidas pelo setor produtivo da cidade de Paranaguá. O que se evidencia é uma tendência de transformar uma área rural - com histórico de colonização e rico patrimônio cultural, além de elevada biodiversidade e demais bens naturais com destaque para os mananciais de água - em uma área industrial portuária, através de tentativas de flexibilizações das legislações de proteção de bens comuns.

Por todo exposto é urgente a implementação de uma política de pagamento por serviços ambientais que traga benefícios sociais para os principais atores que interagem nestas paisagens, notavelmente os agricultores familiares e moradores locais. Esta política poderá ser implementada de forma integrada com ações que objetivem práticas de desenvolvimento alternativo ao modelo em curso no município de Paranaguá, condizentes com as características socioculturais e naturais da Colônia Santa Cruz. Entre

os quais destacamos o apoio técnico à agricultura familiar de cunho agroecológico, incluindo a possibilidade de restauração da vegetação ciliar a partir de Sistemas Agroflorestais e demais atividades de baixo impacto, mas potenciais geradoras de renda para a população local, como turismo rural, turismo ecológico e de base comunitária.

Estas ações chamam a responsabilidade para a Prefeitura Municipal de Paranaguá e Governo do Estado do Paraná por meio de recursos advindos de multas ambientais e do ICMS Ecológico (que em 2010 arrecadou R\$ 194.538,69) por meio de projetos voltados para o ecodesenvolvimento local sob a coordenação e/ou supervisão do Comitê de Bacias Hidrográficas. Outras ações, conforme os resultados indicam, apontam para o monitoramento participativo da bacia, com vistas a recuperação da vegetação ciliar. Neste sentido, ambas as metodologias utilizadas se mostram eficazes, de baixo custo e de fácil aplicação e podem contribuir para a geração de um banco de dados voltado para a governança territorial e o planejamento da bacia hidrográfica, promovendo uma integração holística e sistêmica com todos os atores e instituições, regionais e locais. O fluxo permanente de energia e matéria, que liga o ciclo das águas, das rochas e da vida nos remete a esta visão integradora.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, C. M. S. **Porto de Paranaguá: transformações espaciais decorrentes do processo de modernização capitalista e integração territorial entre os anos 1970 e 2010**. 295 p. Tese (Doutorado em Geografia) - UFPR, Curitiba, 2011.

AGOSTINHO, A. A., THOMAZ, M., GOMES, C. **Conservation of the Biodiversity of Brazil's inland water**. *Conservation Biology*. v.19. n.3. pp 646-652. 2005.

ALVIM, A. T. B.; KATO, V. R. C.; ROSIN, J. R. de G. **A urgência das águas: intervenções urbanas em áreas de mananciais**. *Caderno Metropolitano*. v. 17. n.33. pp. 83-107. São Paulo, 2015.

APPA - AGENZIA PROVINCIALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DI TRENTO. **IFF 2007: Indice di Funzionalità Fluviale. Nuova versione del método revisionata e aggiornata**. SILIGARDI M. coord. 340 p. Italia: 2007. Disponível em: <http://www.appa.provincia.tn.it/appa/pubblicazioni/-Acqua/pagina22.html>. Acesso em: 17 out. 2016.

APPA - AGENZIA PROVINCIALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE. **FFI fluvial functionality index**. (Coord.) SILIGARDI M. 81 p. ISPRA/CISBA. Trento, 2016. Disponível em: http://www.appa.provincia.tn.it/binary/pat_appa/pubblicazioni/IFF%202007%20MANUALE%20APAT-0vs._corretta_2008_06_leggero_12_6_MB_.1220276576.pdf. Acesso: em 17 out. 2016.

BELEM, A.L.G.; NUCCI, J.C. **Hemerobia das Paisagens: conceito, classificação e aplicação no bairro Pici - Fortaleza/CE**. *Revista RAEGA*. v.21. Curitiba, 2011.

BENSUSAN, N. **Os pressupostos biológicos do sistema nacional de unidades de conservação**. In: *Direito ambiental das áreas protegidas - o regime jurídico das unidades de conservação*. (Coord.) Antônio Herman Benjamin. Forense Universitária. pp. 164 a 189. Rio de Janeiro, 2001

BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**. Vozes. Rio de Janeiro, 1977.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. *Caderno de Ciências da Terra*. v.13. pp. 1-27. São Paulo, 1972.

BIGARELLA J. J., KLEIN R., LOYOLA E SILVA J. A., PASSOS E. **A Serra do Mar e a Planície Costeira do Paraná: Um problema de segurança ambiental e nacional**. GCN/CFH/UFSC. 391 p. Florianópolis, 2008.

BISHOP, J. LANDELL-MILLS N. **Serviços Ambientais Florestais: Informações Gerais**. In: *Mercados para serviços ecossistêmicos: Instrumentos econômicos para conservação e desenvolvimento*. (Orgs.) Pagiola, S. Bishop, J. e Landell-Mills, N. REBRAF. 164 p. Rio de Janeiro, 2005.

BIZZO, M. R. O., MENEZES, J., ANDRADE, S. F. **Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PAR)**. *Caderno de Estudos Geoambientais*. UFF. v.4. n.1. pp 05-13. 2014.

BRASIL. Decreto nº 6.660 de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 2008.

_____. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 2000.

_____. Lei Federal nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 2006.

_____. Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, e dá outras providências. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 2012.

_____. Resolução CONAMA nº 357 de 18 de março de 2015. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 2015.

BORGES, L. A. C., REZENDE, J. L. P., PEREIRA, J. A. A., COELHO JUNIOR, L. M., BARROS, D. A. **Áreas de Preservação Permanente na legislação ambiental brasileira**. Ciência Rural. v.41. n.7. pp. 1202-1210. Santa Maria, 2011.

BRAUMAN, K. A.; DAILY, G. C.; DUARTE, T. K.; MOONEY, H. A. **The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services**. Annual Review of Environment and Resources, v.32, pp. 67-98. 2007.

BROTTO, M. L. e BAITELLO, J.B. **Uma espécie nova de Lauraceae da floresta atlântica do Brasil**. Rodriguésia 63(3). pp. 579-585. Curitiba, 2012.

CALLISTO, M., FERREIRA, W., MORENO, P., GOULART, M.D.C.; PETRUCIO, M. **Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ)**. Acta Limnologica Brasiliensia. 14 (1). pp. 91-98. 2002.

CÂMARA, I.G., Brief history of conservation in the Atlantic Forest. In: **The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook**. (Eds.) GALINDO-LEAL, C., CÂMARA, I.G., pp. 31-42. CABS and Island Press. Washington, 2003.

CNUC 2015 - CADASTRO NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. **Dados georreferenciados**. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso em: 29 abr. 2017.

CNUC 2017 - CADASTRO NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. <http://sistemas.mma.gov.br/cnuc/index.php?ido=relatorioparametrizado.exibeRelatorio&relatorioPadrao=true&idUc=164>. Acesso em: 29 abr. 2017.

COLOMBO A. F., JOLY C.A. **Brazilian Atlantic Forest lato sensu: the most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change.** Brazilian Journal of Biology, v.70, n. 3, pp. 697-708. 2010

COMUNITÀ EUROPEE. **Direttiva 2000/60/CE. Istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.** Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee, L.327, pp. 1-72, Itália, 2000. Disponível em: http://www.minambiente.it/sites/default/files/DIRETTIVA_2000-60-CE_DEL_PARLAMENTO_EUROPEO_E_DEL_CONSIGLIO_del_23_ottobre_2000.pdf. Acesso em: 15 ago. 2017.

CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL, FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, SEMAD/INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS-MG. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos.** MMA/SBF. Brasília, 2000.

COSTANZA, R., D'ARGE R., GROOT, R., FARBER, S., GRASSO, M., HANNON, B. LIMBURG, K., NAEEM, S., O'NEIL, R.V., PARUELO, J., RASKIN, R.G., SUTTONKK, P.& van den BEL, M. **The value of the World's Ecosystem Services and natural Capital.** Nature 387. pp 253-260. 1997.

COSTANZA, R. J. ERICKSON, K. FLIGGER, A. ADAMS, C. ADAMS, B. ALTSCHULER, S. BALTER, B. FISHER, J. HIKE, J. KELLY, T. KERR, M. MCCAULEY, K. MONTONE, M. RAUCH, K. SCHMIEDESKAMP, D. SAXTON, L. SPARACINO, W. TUSINSKI, AND L. WILLIAMS. **Estimates of the Genuine Progress Indicator (GPI) for Vermont, Chittenden County, and Burlington, from 1950 to 2000.** Ecological Economics. 51 pp. 139-155. 2004.

COSTANZA, R., DE GROOT, R., SUTTON, P., VAN DER PLOEG, S., J. ANDERSON, S., KUBISZEWSKI, I., FARBER, S., KERRY TURNER, R. **Changes in the global value of ecosystem services.** Global Environmental Change 26. p 152-158. 2014.

CUNHA, L.A. G. Desenvolvimento territorial: algumas reflexões teórico-conceituais derivadas de estudo monográfico. In: ALVES, A. F.; CARRIJO, B. R.; CANDIOTTO, L. Z. P (Orgs.). **Desenvolvimento Territorial e agroecologia.** Expressão Popular. Pp 47-61. São Paulo, 2008.

DAILY, G. C. **Nature's services: societal dependence on natural ecosystems.** Island Press. Washington D.C., 1997.

DE GROOT, R. **Environmental functions and economic value of natural ecosystems.** In: Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability. (Ed) AnnMari Jansson et. al. Island Press. 156 p. Washington, 1994.

DE GROOT, R., WILSON, M. A. e BOUMANS, R. M. **A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services.** Ecological Economics 41 p. 393-408. 2002.

DOBROVOLSKY, R., RATTIS, L. **Water collapse in Brazil: the danger of relying on what you neglect.** *Natureza & Conservação* 13 (1). pp. 80-83. 2015.

ESTEVES C. J. O. **Vulnerabilidade socioambiental na área de ocupação contínua do litoral do Paraná.** Tese de doutorado, PPG em Geografia. 354 p. Curitiba, 2011.

EUROPEAN COMMISSION. **Introduction to the new EU Water Framework directive.** 2003. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/info/intro_en.htm. Acesso em: 15 ago. 2017.

FÁVERO O. A., NUCCI J. C., BIASI M. de. **Hemerobia nas unidades de paisagem da Floresta Nacional de Ipanema, Iperó/SP: conceito e método.** In: VI Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, Anais: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, v. 1, pp. 550-559. Curitiba, 2004.

FÁVERO O. A., NUCCI J. C., BIASI M. de. **Hemerobia nas unidades de paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba (SP) - Desafios e oportunidades para a conservação da natureza.** *Geografia, Ensino & Pesquisa. UFSM.* v. 12. pp. 2462-2479. Santa Maria, 2008.

FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais.** Oficina de Textos. São Paulo, 2002

FOREST TRENDS. **Incentivos Econômicos para Serviços Ecossistêmicos no Brasil.** Forest Trends. Rio de Janeiro, 2015.

FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL. **Global Risks Reports.** ed. 2015. Disponível em <<http://reports.weforum.org/global-risks-2015/#-frame/20ad6>>. Acesso em: 23/02/2016.

GELUDA, L.; YOUNG, C. E. F. **Pagamentos por serviços ecossistêmicos previstos na lei do SNUC - teoria, potencialidades e relevância.** In: III Simpósio de Áreas Protegidas. Pelotas, 2005.

GLEICK, P. H. **The world's water. 2000-2001.** The Biennial Report on Freshwater Resources. 35 p. Island Press, 2000

GOUVEIA-SOUZA, C.R., SOUZA FILHO, P.W.M., ESTEVES, S.L., VITAL, H., DILLENBURG, S.R., PATCHINEELAM, S.M., ADDAD, J.E. 2005. Praias Arenosas e Erosão Costeira. In: SOUZA, C.R. de G. et al. (eds.) **Quaternário do Brasil.** Holos Editora. pp. 130-152. Ribeirão Preto, 2005.

GRIMM I. J. Sustentabilidade ambiental e participação comunitária: uma metodologia para a microbacia do Rio Sagrado - Morretes (PR). In: SOUZA, C. M. M.; SAMPAIO, C. A. C.; ALVES, A. R.; ALCÂNTARA L. C. S. (Orgs.). **Novos Talentos: processos de educação para o ecodesenvolvimento.** Nova Letra Editora. pp 165-179. Blumenau. 2016.

HANNAFORD, M.J., BARBOUR, M.T., RESH, V.H. **Training reduces observer variability in visual based assessments of stream habitat.** *Journal of the North American Benthological Society*, v. 16. n. 4. pp. 853-860. 1997.

HUBERT, B.; BILLAUD, J-P. **Rio+20: le développement durable à la croisée du local et du global?**. Natures Sciences Sociétés. v. 19. n. 4. pp. 329-330. Paris. 2011.

IAPAR. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Instituto Agrônômico do Estado do Paraná. 41 p. Londrina, 1978.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2193-parna-de-saint-hilaire-lange>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades@**. 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>>. Acesso em: 12 out. 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população para 1º de julho de 2009**. 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/POP2009_DOU.pdf>. Acesso em: 12 out. 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnica da vegetação Brasileira. Manuais Técnicos em Geociências**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 271 p. Brasília, 2012.

IBGE. - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 29 abr. 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades: Paranaguá**. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/pr/paranagua/panorama>. Acesso em: 29 abr. 2017.

IPARDES. **Índice de Desenvolvimento Humano municipal segundo os municípios do Paraná**. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/pdf/indices/IDHM_municipios_pr.pdf. Acesso em: 29 abr. 2017.

IPHAN. **Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos - Sítio Ribeirão**. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/sgpa/cnsa_detalhes.php?8007. Acesso em: 29 abr. 2017.

JALAS J. **Hemerobe und hemerochore pflanzenarten**. Acta Soc. Pro fauna et flora. 72, n. 11, 1953.

KIIHL, L. R. B. et al. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Fundação IAPAR. Londrina, 1978.

KRÖKER, R; NUCCI, J. C.; MOLETTA, I. M. **O conceito de hemerobia aplicado ao planejamento das paisagens urbanizadas**. In: International Congress on Environmental Planning and Management - Environmental Challenges of Urbanization. Brasília, 2005.

LANNA, M.; **Finanças da conservação e captação de recursos. Gestão de Unidades de Conservação: compartilhando uma experiência de capacitação**. WWF-Brasil/IPÊ - Instituto de Pesquisas Ecológicas. (Org.): Maria Olatz Cases. WWF-Brasil, Brasília, 2012.

LAURANCE, W. F. **Have we overstated the tropical Biodiversity crisis?**. Trends in Ecology and Evolution. 22. Pp 65-70. 2007.

MAACK R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Imprensa Oficial. 3 ed. 440 p. Curitiba, 2002.

MANCINELLI, W. S.; BLUM, C. T.; SMIDT, E. de C. **Thismia prataensis (Thismiaceae), a New Species from the Brazilian Atlantic Rain Forest**. Systematic Botany 37(4). pp 879-882. 2012.

MAXWELL, J. & CONSTANZA, R. **An ecological, economics for ecological engineering**. In Ecological Engineering (Ed.) W. Mitsch & S.E. Jorgensen. pp. 57-77. 1989.

MEDEIROS, R., YOUNG, C. E. F., PAVESE, H. B., ARAÚJO, F. F. S. **Contribuição das unidades de conservação para a economia nacional**. Sumário Executivo MMA. 40 p. Brasília, 2011.

METZGER, J., **O Código Florestal tem base científica?**. Conservação e Natureza. v. 8. n.1. pp 92-99. Curitiba, 2010.

MILANI C. R. S. **Logos e Eros, Cronos e Kairós no espaço mundial contemporâneo: os múltiplos territórios das redes, organizações e movimentos transnacionais**. In: Compreendendo a complexidade socioespacial contemporânea: o território como categoria de diálogo interdisciplinar. (Org.) RIBEIRO M. T. F., MILANI C. R. S. pp. 289-306. EDUFBA. Salvador, 2009.

MILANO, M. S. **Unidades de Conservação - Técnicas, Lei e Ética para a Conservação da Biodiversidade**. In: Direito ambiental das áreas protegidas: o regime jurídico das unidades de conservação. (Coord.) BENJAMIN, A. H. Forense Universitária. Rio de Janeiro, 2001.

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT - MEA. **Ecosystems and Human Well-being a Framework for Assessment**. Washington, 2003. Disponível em: <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx>. Acesso em: 14 mai. 2011.

MINEROPAR. **Mapeamento Geológico-Geotécnico da porção leste da Serra do Mar do Estado do Paraná**. Relatório Técnico Geoplanejamento. 91 p. Curitiba, 2011.

MITTEMEIER R.A., MYERS N., MITTEMEIER C.G., Gil P. R., da FONSECA G. A. B., KONSTANT W. R, MAST R.B., THONSEN J.B., BOWLES I. A., OLIVIERI S., AIRES J. M. C., HANNAH L. Hotspots and Global Biodiversity Conservation. In R. A. MITTEMEIER, N. MYERS, P. ROBLES Gil & CG Mittemeier (Ed.). **Hotspots: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. CEMEX, Mexico City, 1999.

MITTERMEIER R.A., MYERS N., GILL, P.C., MITTERMEIER, C.G. **Hotspots: Earth's Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions**. CEMEX. México City, 2000.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Pilares para a Sustentabilidade Financeira do Sistema Nacional de Unidades de Conservação**. Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Departamento de Áreas Protegidas, Série Áreas Protegidas do Brasil, n. 7. Brasília, 2009.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mata Atlântica: patrimônio nacional dos brasileiros**. Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Núcleo Mata Atlântica e Pampa. (Org.) Maura Campanili e Wigold Bertoldo Schaffer. 408 p. Série Biodiversidade n. 34. Brasília, 2010.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. (Org.): Fátima Becker Guedes e Susan Edda Seehusen; Brasília, 2011.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Reconhece áreas prioritárias para conservação**. Portaria n. 9. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/portaria_mma_092007.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2017.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Sul**. 132 pp. Brasília, 2006.

MOLETTA, I. M., NUCCI, J. C., KROKER, R. **Carta de Hemerobia de uma área de extração de areia no bairro Umbará, Curitiba/PR/Brasil**. In: ANAIS XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 05-09 set. 2005. pp. 4964-4976. USP/SP.

MONAUNI C., DALLAFIOR, V., CANEPEL, R. **Possibili impieghi dei risultati MONTEIRO C. A. F. Geossistemas: a história de uma procura**. Ed. Contexto. São Paulo, 2015.

MONTEIRO, C. A. **Geossistema: a história de uma procura**. Contexto. São Paulo, 2000.

MYERS, N. **Threatened biotas: "Hotspots" in tropical forests**. The Environmentalist 8. pp. 1-20. Oxford, 1988.

MYERS, N. **The biodiversity challenge: Expanded hot spots analysis**. The Environmentalist 10. pp 243-256. Oxford, 1990.

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., da FONSECA, G. A. B., KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature 403. pp. 853-858. Oxford, 2000.

MYERS, N., KNOLL, A. **The biotic crisis and the future of evolution**. Proceedings of the National Academy of Sciences 98. pp. 5389-5392. Oxford, 2001.

MYERS N. **Biodiversity Hotspots Revisited**. BioScience vol. 53 n. 10. 2003.
MORELLATO, L.P.C., HADDAD, C.F.B. **Introduction: The Brazilian Atlantic Forest**. Biotropica, v. 32, n. SPEC. ISS., pp. 786-792, 2000. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/66382>>. Acesso: 26 set. 2016.

NOERNBERG M. A., LAUTERT L. F. C., ARAÚJO A. D., ODRESKY L.L. **Base de dados digital do litoral paranaense em sistema de informações geográficas.** Nerítica, v.20, n.1, pp. 67-82. Pontal do Paraná, 1997.

ODUM, E. P. **Ecologia.** CBS Interamericana. 434 p. Rio de Janeiro, 1985,

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - PNUMA. **The fourth Global Environment Outlook: environment for development (GEO4).** Alemanha. 2014. Disponível em: <http://www.unep.org/geo/geo4/media>.

PÁDUA, M. T. J. Unidades de conservação - muito mais do que atos de criação e planos de manejo. In: **Unidades de Conservação: atualidades e tendências.** (Org.) Miguel Serediuk Milano. pp. 3-13. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. Curitiba, 2002.

PAGIOLA, S. e PLATAIS. G. **Payments for Environmental Services: From Theory to Practice.** World Bank. Washington, 2007.

PASSOS A. D. C. **Epidemia de cólera no sul do Brasil.** Cad. Saúde Pública, vol. 15, n. 2, pp. 426-427. 1999;

PDDI 2007. **Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Paranaguá.** Disponível em: <http://www.paranagua.pr.gov.br/conteudo/transparencia/plano-diretor>. Acesso em: 26 abr. 2017.

PEREIRA, C. P., SILVA, R. R. S., VEIGA, A. C. P. **Análise do nível de Hemerobia no bairro Centro Cívico em Curitiba - Paraná.** Revista Percurso. v. 3. n. 1. pp. 125-145. Maringá, 2011.

PETERSEN R.C. **The RCE: A riparian, channel and environmental inventory for small streams in the agricultural landscape.** Freshwater Biology 27. pp. 295-306. University of Lund. Sweden, 1992.

PIERRI, N. et al. **A ocupação e o uso do solo no litoral paranaense: condicionantes, conflitos e tendências,** Curitiba: UFPR, 2006.

PORTO, M. F. A., PORTO, R. L. L. **Gestão de Bacias Hidrográficas.** Estudos Avançados 22 (63) USP, 2008.

PORTO, M., TUCCI, C.E.M. **Planos de recursos hídricos e as avaliações ambientais.** REGA, v.6, n.2. pp. 19-32, 2009.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **O desafio ambiental. Os porquês da desordem mundial - mestres explicam a globalização.** Editora Record. Rio de Janeiro, 2004.

PNSHL BLOG. Disponível em: <https://parnasainthilairelange.wordpress.com>. Acesso em: 26 jul. 2017.

PRICHOA, C. E., FREITAS, A. R. **Carta de Hemerobia do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná**. Perspectiva Erechim. v.35. n. 131. pp. 117-125. Curitiba, 2011.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Efraim. Londrina. 2001

PRÓ-ATLÂNTICA 1997. **Mapeamento da Floresta Atlântica do Estado do Paraná**. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=49>. Acesso em: 29 abr. 2017.

RAP - Relatório Ambiental Prévio. **TLP Terminal Logístico de Paranaguá**. Elaboração IGPlan, p. 181. 2014.

REBOUÇAS, A. C. **Água doce no mundo e no Brasil**. In: REBOUÇAS, A. C. et al. (Org.) **Águas Doces no Brasil - Capital Ecológico, Uso e Conservação**. Escrituras. 2 ed. São Paulo, 2002.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas Doces no Brasil - Capital Ecológico, Uso e Conservação**. 2 ed. 703 p. São Paulo, 2002.

RELATÓRIO HIDROGEOLÓGICO. **TLP Logística Ltda - Paranaguá-PR**. Elaboração Georeference, 31 p. 2014.

ROCHA O., PIRES J.S., SANTOS J. E. **A Bacia Hidrográfica como Unidade de Estudo e Planejamento**. pp 1-16. In: ESPINDOLA E. L. G. (Org.). **A Bacia Hidrográfica do rio Monjolinho**. São Carlos, 2000.

ROGERS, P. P., LLAMAS, R. M., CORTINA, L. M. (Ed.) **Water crisis: myth or reality?** Fundación Marcelino Botín, Taylor & Francis. 331p. London, 2006.

SALATI, E.; VOSE, P. B. **Amazon Basin: A system in equilibrium**. Science, New Series. vol. 225, n. 4658. pp. 129-138. 1984.

SAMPAIO, C. A. S.; ARAÚJO, J. R. de.; ZUNIGA, C. H.; PASCO, A. D. Educação para o Ecodesarrollo: Microcuenca del Rio Sagrado. In: SOUZA, C. M. M; SAMPAIO, C. A. C.; ALVES, A. R.; ALCÂNTARA L. C. S. (Orgs.). **Novos Talentos: processos de educação para o ecodesenvolvimento**. Nova Letra Editora. pp 147-164. Blumenau. 2016.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**. 4 ed. Edusp. São Paulo, 2008.

SAQUET, M. A. **Abordagens e concepções de território**. Expressão Popular. São Paulo, 2007.

SCARANO R., CEOTTO P. **Brazilian Atlantic Forest: impact, vulnerability, and adaptation to climate change**. Biodiversity Conservation, vol.24. pp.2319-2331. 2015.
SEROA DA MOTTA, R. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Brasília, 1997.

SEROA DA MOTTA, R. **Utilização de critérios econômicos para a valorização da água no Brasil**. Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. Rio de Janeiro, 1998.

SEROA DA MOTTA, R. RUITENBEEK, J., HUBER, R. **Uso de instrumentos econômicos na gestão ambiental da América latina e Caribe: Lições e recomendações**. Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. Rio de Janeiro, 1998.

SEROA DA MOTTA, R. **A experiência com o uso dos instrumentos econômicos na gestão ambiental**. Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. Revista Megadiversidade, vol. 2, n 1-2. Brasília, 2006.

SEZERINO, F.S. **Entre a floresta e a periferia: vulnerabilização humana e projeção de cenários para o entorno de Unidades de Conservação da Mata Atlântica de Paranaguá**. Dissertação, 231 p. UFPR. Matinhos, 2016.

SEZERINO F. S., TIEPOLO L. M. A flexibilização da legislação ambiental na implantação de programas habitacionais em Paranaguá: Impactos e conflitos sobre áreas naturais protegidas. In: REIS R.A., ABRAHÃO C. M. S., TIEPOLO L., CHEMIM, M. (Org.). **Litoral do Paraná: Território e Perspectivas. v. 1. Sociedade, Ambiente e Gestão**. 1ed. Brazil Publishing, 2016, v. 1, pp. 175-199. Curitiba, 2016.

SEZERINO, FS, TIEPOLO, L. M. A expansão urbana e os conflitos no uso e ocupação do solo no entorno das áreas protegidas: o caso da Floresta Estadual do Palmito no litoral do Paraná. In: MURATA A. T. (Org.) **Desenvolvimento territorial sustentável: pesquisas e desenvolvimento para o litoral paranaense**. Brazil Publishing, pp 74-19. Curitiba, 2016a.

SHELLEY, B. G. **What should we call instruments commonly known as payments for environmental services? A review of the literature and a proposal in “Ecological Economics Reviews.”** (Ed) Robert Costanza, Karin Limburg & Ida Kubiszewski. pp. 209-225. New York, 2011.

SIEDLECKI K., PORTES M.C., CIELO FILHO R. **Parque Nacional Saint-Hilaire /Lange: subsídios técnicos para fixação dos limites definitivos da unidade de conservação**. Relatório Técnico IBAMA. 45 p. Curitiba, 2003.

SIEDLECKI, K.; PORTES, M. C.; CIELO FILHO, R. **Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange: subsídios técnicos para fixação dos limites definitivos da unidade de conservação**. IBAMA 45p. Relatório Técnico. Curitiba, 2003.

SILIGARDI M., CAPPELLETTI C., CHIERICI E., CIUTTI F., EGADDI F., FRANCESCHINI A., MAIOLINI B., MANCINI L., MINCIARDI M.R., MONAUNI C., ROSSI G.L., SANSONI G., SPAGGIARI R., ZANETTI M. **I.F.F. Indice di Funzionalità Fluviale - Manuale di applicazione**. ANPA. 223p. Roma, 2000.

SILIGARDI M., MAIOLINI B. **Prima applicazione di un indice di qualità dell’ambiente fluviale**. In Spada (Ed). Atti del convegno “Ambiente ‘91”, 4-58. Terme di Comano (TN). Trento, 1990.

- SILIGARDI, M., MAIOLINI B. **L'inventario delle caratteristiche ambientali dei corsi d'acqua alpini: guida all'uso della scheda RCE-2.** Biologia Ambientale, VII, (2):18-24. Italia, 1993.
- SILVA, J. M. C da; CASTELETI, C. H. M. Estado da biodiversidade da Mata Atlântica Brasileira. In: **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas.** Editado por Carlos Galindo-Leal e Ibsen de Gusmão Câmara; traduzido por Edma Reis Lamas. pp 43-59. Conservação Internacional. Belo Horizonte, 2005.
- SILVA, M. F., NUCCI, J. C. **Hemerobia das paisagens e lei de zoneamento do bairro Capela Velha no município de Araucária - PR.** Ateliê Geográfico, v.10, n. 2, pp. 82-96. Goiânia, 2016.
- SILVEIRA, C. T. da, A; OKA-FIORI, C. **Influências antrópicas no remanescente da Floresta Atlântica na Área de Proteção Ambiental de Guaratuba, Paraná.** Revista Eletrônica Geografar, v.2, n.1. Curitiba. 2007.
- SOMLYODY, L; VARIS, O. **Freshwater under pressure.** International Review for Environmental Strategies, v.6, n.2, pp .181-204, 2006.
- SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas.** 16p. 1-51. São Paulo, 1977.
- SOS MATA ATLÂNTICA, INPE. **Atlas dos Municípios da Mata Atlântica 2015.** Disponível em: <http://aquitemmata.org.br/#/busca/pr/Paran%C3%A1/Paranagu%C3%A1>. Acesso em: 20 mar. 2017.
- SOUZA, C. M. M.; SAMPAIO, C. A. C.; MANTOVANELLI J. O. Educação para o Desenvolvimento Territorial Sustentável: a experiência da Microbacia Hidrográfica do Rio Sagrado, Morretes. PR. In: SOUZA, C. M. M; SAMPAIO, C. A. C.; ALVES, A. R.; ALCÂNTARA L. C. S. (Orgs.). **Novos Talentos: processos de educação para o ecodesenvolvimento.** Nova Letra Editora. pp 137-146. Blumenau. 2016.
- SOUZA, R. A. S., BARBOSA, L. S., SILVA FILHO, E. P. **Mapeamento da antropização na bacia hidrográfica do rio Boa Vista, Rondônia, utilizando o conceito de hemerobia.** In: Anais XV Simpósio de Sensoriamento Remoto. 30 abr. 2011. INPE. pp. 1435-1440. Curitiba, 2011.
- SUKOPP, H. **Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluss des Menschen. Berichte uber Landwirtschaft, Bd. 50/H.1,** pp. 112-139, 1972.
- TEIXEIRA, C. G. **Pagamento por serviços ambientais de proteção às nascentes como forma de sustentabilidade e preservação ambiental.** PUC/PR. Curitiba, 2011.
- TROPPMAIR H. **Biogeografia e Meio Ambiente.** 258 pp. Rio Claro, 1989.
- TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** ABRH/Editora da UFRGS, (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4). 2. Ed. Porto Alegre, 1997.
- TUCCI C., MENDES, A.C. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica.** MMA/ PNUD. 311p. 2006.

- TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções.** Estudos Avançados 22 (63). 2008.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia.** 631p. São Paulo, 2008.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos.** Biota Neotropica 10 (4). pp 67-76. 2010.
- URBAN, T. **Saudade do matão: relembando a história da conservação da natureza no Brasil.** FGB e Fundação McArthur - Editora da UFPR. Curitiba. 1998.
- VEIGA, F; GALVADÃO, M. **Iniciativas de PSA de Conservação dos Recursos Hídricos na Mata Atlântica.** In Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios. (Ed.) GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E., MMA. pp. 123-146. Brasília, 2011.
- VEIGA NETO, F. **A Construção dos Mercados de Serviços Ambientais e suas Implicações para o Desenvolvimento Sustentável no Brasil.** 2008. Tese (Doutorado em Ciências) - CPDA, ICHS, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1996.
- VIEIRA, P. F. **Meio Ambiente, desenvolvimento e planejamento.** In: Meio ambiente, Desenvolvimento e Cidadania: desafios para as Ciências Sociais. Florianópolis, 2002.
- VIEIRA, P. F. **Ecodesenvolvimento: desvelando novas formas de resistência no Antropoceno.** In: SOUZA, C. M. M; SAMPAIO, C. A. C.; ALVES, A. R.; ALCÂNTARA L. C. S. (Orgs.). **Novos Talentos: processos de educação para o ecodesenvolvimento.** Nova Letra Editora. pp 23-63. Blumenau. 2016.
- ZEE. **Zoneamento Ecológico Econômico do Litoral do Paraná.** Decreto Estadual Nº 4.996 de 05 set. 2016.
- ZHOURI A, LASCHEFSKI K 2010. **Desenvolvimento e conflitos ambientais: um novo campo de investigação.** In: ZHOURI A e LASCHEFSKI K (Org.) **Desenvolvimento e conflitos ambientais.**: Ed. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010.
- ZHOURI A, OLIVEIRA, R. **Industrial landscapes and the uprooting of local populations: social and environmental conflicts in hydroelectric projects.** Teoria & Sociedade, vol. 1. pp. 1-18. 2006
- WHATELY, M.; HERCOWITZ, M. **Serviços Ambientais: conhecer, valorizar e cuidar: subsídios para a proteção dos mananciais de SP.** Instituto Sócio Ambiental. São Paulo. 2008.
- WUNDER, S. **Payments for environmental services: Some nuts and bolts.** CIFOR Occasional Paper nº 42. 2005.

ANEXO 1 - FORMULÁRIO IFF

ÍNDICE DE FUNCIONALIDADE FLUVIAL		Data	
Bacia			
Rio		Largura (m)	
Localidade		Código	
Coordenadas		Trecho (m)	
		Altitude (m)	
Foto nº		Ficha nº	

1) ESTADO DO TERRITÓRIO CIRCUNDANTE		E	D
a) ausência de antropização		25	25
b) coexistência de áreas naturais e uso antrópico do território		20	20
c) cultura sazonal e/ou permanente e urbanização escassa		5	5
d) área urbanizada		1	1

2) VEGETAÇÃO PRESENTE NA ZONA PERIFLUVIAL PRIMÁRIA			
a) copresença de formações ciliares funcionais complementares		40	40
b) presença de apenas uma ou uma série simplificada de formações ciliares		25	25
c) ausência de formações ciliares, mas com presença de formações funcionais		10	10
d) ausência de formações funcionais significativas		1	1

2b) VEGETAÇÃO PRESENTE NA ZONA PERIFLUVIAL SECUNDÁRIA			
a) copresença de formações ciliares funcionais complementares		20	20
b) presença de apenas uma ou uma série simplificada de formações ciliares		10	10
c) ausência de formações ciliares, mas com presença de formações funcionais		5	5
d) ausência de formações funcionais significativas		1	1

3) EXTENSÃO DA ZONA PERIFLUVIAL			
a) zona de vegetação perifluvial > 30 m		15	15
b) zona de vegetação perifluvial entre 30 e 10 m		10	10
c) zona de vegetação perifluvial entre 10 e 2 m		5	5
d) zona de vegetação perifluvial ausente		1	1

4) CONTINUIDADE DAS FORMAÇÕES FUNCIONAIS PRESENTES NA ZONA PERIFLUVIAL			
a) zona de vegetação perifluvial intacta sem quebras de vegetação		15	15
b) zona de vegetação perifluvial com rupturas na vegetação		10	10
c) desenvolvimento de grupos funcionais com interrupções frequentes ou apenas herbáceas contínuas e consolidadas ou apenas arbustos dominados por exóticas e ervas daninhas		5	5
d) solo nu ou com vegetação herbácea fina		1	1

5) CONDIÇÕES HÍDRICAS			
a) regime perene com escoamento não perturbado e largura do leito úmido > 1/3 do leito do rio		20	
b) flutuações de fluxo induzidas com largura do leito úmido < 1/3 do leito do rio		15	
c) frequentes perturbações de fluxo ou secas naturais não prolongadas ou deslocamentos constantes induzidos		5	
d) perturbação de fluxo muito frequentes, secas prolongadas causadas por ações antrópicas		1	

6) EFICIÊNCIA DAS INUNDAÇÕES			
a) fase de inundação do leito do rio > do que 3 x o fluxo moderado do leito do rio		25	
b) fase de inundação do leito do rio entre 2 e 3 x o fluxo moderado do leito do rio		15	
c) fase de inundação do leito do rio entre 1 e 2 x o fluxo moderado do leito do rio		5	
d) trecho de vales em forma de V com margens de rios íngremes e trechos com extensões de leito < que 2 vezes o leito do rio		1	

7) SUBSTRATO DO RIO E ESTRUTURAS DE RETENÇÃO DOS APORTES TRÓFICOS

a) leito do rio com pedregulhos e/ou troncos velhos encrustados (ou presença de juncos ou hidrófitas)		25	
b) pedras e/ou galhos presentes com acúmulo de matéria orgânica (ou juncos, ou hidrófitas escassas e de pouca variação)		15	
c) estrutura de retenção livre e móvel com inundações (ou ausência de juncos e hidrófitas)		5	
d) leito de rio com sedimentos arenosos ou formas artificiais lisas com corrente uniforme		1	

8) EROSÃO

a) pouco evidente e não importante ou apenas nas curvas	20		20
b) somente nos trechos retos e/ou incisão vertical modesta	15		15
c) frequente, com corte dos bancos e das raízes e/ou incisão vertical óbvia	5		5
d) muito evidente, com bancos escavados e deslizamentos de terra ou presença de intervenção artificial	1		1

9) CORTE TRANSVERSAL

a) leito do rio natural com elevada diversidade morfológica		20	
b) alguma intervenção artificial, mas com discreta diversidade morfológica		15	
c) intervenções artificiais presentes ou com pequena diversidade morfológica		5	
d) artificial ou quase nenhuma diversidade morfológica		1	

10) ADEQUAÇÃO ÍCTICA

a) elevada		25	
b) boa ou discreta		20	
c) ligeiramente suficiente		5	
d) ausente ou escassa		1	

11) HIDROMORFOLOGIA

a) elementos hidromorfológicos claramente diferenciados e recorrentes		20	
b) elementos hidromorfológicos claramente diferenciados e irregulares		15	
c) não distinto ou principalmente um tipo de elemento hidromorfológicos		5	
d) elementos hidromorfológicos não identificáveis		1	

12) COMPONENTES VEGETAIS NO LEITO DO RIO

a) perífiton mal desenvolvido e baixa presença de vegetação ribeirinha tolerante		15	
b) filme de perífiton tridimensional justo ou pouco desenvolvido com presença limitada de macrófitas tolerantes		10	
c) perífiton razoável ou (com cobertura significativa de macrófitas tolerantes) ausente a discreto		5	
d) perífiton espesso e/ou relevante presença de vegetação ribeirinha tolerante		1	

13) DETRITOS

a) fragmentos vegetais reconhecíveis e fibrosos		15	
b) fragmentos vegetais fibrosos e polpudos/suculentos		10	
c) fragmentos vegetais polpudos/suculentos		5	
d) detritos anaeróbicos		1	

14) COMUNIDADE MACROBENTÔNICA

a) bem estruturada e diversificada, adaptada ao tipo fluvial		20	
b) suficientemente diversificada, mas com estrutura alterada em relação ao esperado		10	
c) mal equilibrada e diversificada, com prevalência de táxons tolerantes à poluição		5	
d) ausência de uma comunidade estruturada, presença de táxons relativamente tolerantes à poluição		1	
Pontuação total			
NÍVEL DE FUNCIONALIDADE			